

第二章 MT22.1 系统介绍

第一节 系统基本原理

1.1 系统概述：MT22.1 发动机管理系统

发动机管理系统通常主要由传感器、微处理器（ECU）、执行器三个部分组成，对发动机工作时的吸入空气量、喷油量和点火提前角进行控制。基本结构如图 2-1 所示。

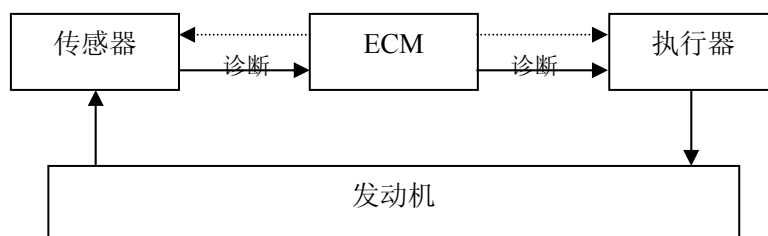


图 2-1 发动机管理系统的组成

在发动机管理系统中，传感器作为输入部分，用于测量各种物理信号（温度、压力等），并将其转化为相应的电信号；ECM 的作用是接受传感器的输入信号，并按设定的程序进行计算处理，产生相应的控制信号输出到功率驱动电路，功率驱动电路通过驱动各个执行器执行不同的动作，使发动机按照既定的控制策略进行运转；同时 ECM 的故障诊断系统对系统中各部件或控制功能进行监控，一旦探测到故障并确认后，则存储故障码，调用相应功能，当探测到故障被消除，则正常值恢复使用。

MT22.1 发动机控制模块 (ECM) 是德尔福专门为中国地区电喷市场开发的，设计上运用了最新的电子硬件技术，实现了较高的性价比。硬件上采用了 16 位微处理器 (CPU)，具有充足的内存，高强的运算速度、可灵活定义的 I/O 输入输出。软件采用德尔福模块化 C 语言编写的第二代控制软件。MT22.1 具备了满足目前欧 4 和 EOBD 法规所需的所有技术规格。

MT22.1 发动机管理系统的基本组件有：

发动机控制模块 (ECM)	怠速控制阀
进气压力/温度传感器	喷油器
冷却液温度传感器	燃油导轨总成
节气门位置传感器	燃油分配管
曲轴位置传感器	碳罐控制阀
爆震传感器	点火线圈
氧传感器	

MT22.1 发动机管理系统是一个电子操纵的汽油机控制系统，它提供许多有关操作者和车辆或设备方面的控制特性，系统采用闭环控制方式，对发动机的运行提供各种控制信号。

应用物理模型的发动机的基本管理功能

- ✧ 整车主电源继电器控制
- ✧ 速度密度法空气计量
- ✧ 闭环控制多点顺序燃油喷射
- ✧ 可进行有回油、无回油和有限回油不同供油方式的控制
- ✧ 燃油油泵工作控制
- ✧ ECM 内置点火驱动模块，无分电器分组点火控制
- ✧ 线性 EGR 控制
- ✧ 爆震控制
- ✧ 步进马达怠速控制

- ✧ 可变气门升程控制
- ✧ 即插即用式双温区空调控制
- ✧ 冷却液箱风扇控制
- ✧ 碳罐电磁阀控制
- ✧ 系统自诊断功能
- ✧ 过电压保护
- ✧ 里程记忆
- ✧ 即插即用式 ECM 防盗控制（防盗器需经德尔福认证）
- ✧ CAN 总线通讯接口可与 ABS 系统通讯
- ✧ 开放式、模块化 C 语言编程

第二节 控制信号：MT22.1 系统输入/输出信号

MT22.1 系统中 ECM 的主要传感器输入信号包括：

- 进气压力信号
- 进气温度信号
- 节气门转角信号
- 冷却液温度信号
- 发动机转速信号
- 爆震传感器信号
- 氧传感器信号
- 车速信号
- 空调压力信号

以上信息进入 ECM 后经处理产生所需的执行器控制信号，这些信号在输出驱动电路中被放大，并传输到各对应执行器中，这些控制信号包括：

- 怠速步进电机开度
- 喷油正时和喷油持续时间
- 油泵继电器
- 碳罐控制阀开度
- EGR 阀开度
- OCV 阀开启
- 点火线圈闭合角和点火提前角
- 冷却风扇继电器

第三节 系统功能介绍

3.1 曲轴位置基准及转速测量

系统根据 58X 齿信号判断曲轴位置及测量发动机转速，精确控制发动机点火及喷油正时。

3.2 速度密度法空气计量

ECM 通过进气温度和进气歧管压力传感器计算进入气缸的空气量，并通过控制供油量，使空燃比符合各工况的要求。

3.3 闭环控制

系统对发动机的供油和怠速采用的是闭环控制；闭环控制的优点是系统控制有能力消除系统及相关机械零部件因制造和使用磨损所产生的差异，提高整车的综合一致性。

3.4 顺序控制

系统对发动机的供油和点火时刻（爆震）采用的是顺序控制；顺序控制的优点是依据发动

机各气缸间的差异，分别进行控制，以提高发动机的综合性能。

3. 5 分组控制

系统将发动机的四个汽缸分为 1-4、2-3 两组，分别进行点火的控制；分组控制使系统的结果得到优化和简化，从而降低零部件及制造加工的成本。

3. 6 燃油喷射系统

系统采用速度密度法、多点顺序喷射，通过控制主脉宽及修整脉宽在每个发动机循环都实施精确供油，并具有闭环控制和自学习功能；

硬件采用德尔福第三代喷油器，最新型油压调节器。

3. 7 点火控制

系统采用分组点火或顺序点火；

系统采用“充磁即放”逻辑，精确控制点火线圈充磁及放电时间。

3. 8 爆震控制

爆震传感器为频响应式，ECM 对接收到的信号需要进行过滤；

系统对发动机各气缸分别独立的点火正时控制。

3. 9 怠速控制系统

怠速控制系统根据发动机运行状态采用闭环控制、自学习、高原修正和丢步自动调整、智能复位等功能；

系统采用步进电机怠速控制阀，实现高精度怠速转速控制；

电器负载如大灯、冷却风扇开启后，系统将预先控制可能出现的怠速波动，通过对点火角与怠速阀的动作，使怠速稳定性处在最佳状态。

3. 10 废气排放控制

系统采用三元催化器对发动机燃烧后的气体进行后处理，使之转化为无害气体排入大气；

ECM 根据氧传感器信号采用闭环燃油控制，是催化器达到最高转换效率。

3. 11 三元催化器保护功能

系统具备三元催化器保护功能，ECM 软件根据发动机的运行状况估测三元催化器的温度，当估测温度长时间高于三元催化器可承受温度时，系统将自动启动三元催化器保护功能以控制三元催化器温度。

3. 12 蒸发排放污染控制

采用德尔福新一代碳罐电磁阀，系统根据发动机运行工况来控制活性碳罐的清洗速率。

3. 13 过电压保护

当充电系统出现故障导致电压过高时，系统会进入保护状态，避免 ECM 的损害。

3. 14 行驶里程记录功能

ECM 可以在 EEPROM 里记录车辆行驶里程，便于售后服务及维修；当车速传感器出现故障时，可采取限制驾驶性的措施。

3. 15 系统电子防盗器功能

ECM 可以根据电子防盗器特定的通讯协议实现沟通，根据电子防盗器的反馈信息，可靠的实现防盗功能；系统的此功能针对德尔福防盗系统为即插即用式。

3. 16 故障诊断功能（OBD 系统）

在系统进入工作状态后，ECM 控制着系统全部零部件的工作，并实时地对其进行检测，一旦系统或零部件出现故障，系统将亮起“发动机故障指示灯”提醒车辆驾驶人员及时维修。

系统发生故障时，ECM 将启动备用的“应急控制方案”功能。

3. 17 通讯接口及通讯协议

系统按照 CAN 通讯协议与自动变速器控制模块进行通讯；

系统通过故障诊断插口按照 Keyword2000 协议与外部设备进行串行通讯；通过故障诊断口，我们可以接驳故障诊断仪或装有 PCHud 软件的计算机进行故障诊断和系统工作状况分析。

3. 18 汽车附件控制

德尔福发动机控制系统可控制的附件包括：

系统控制电子发动机冷却液箱风扇和空调冷凝器风扇；

ECM 通过蒸发器出口气温传感器感知空调温度并对空调压缩机的工作通过继电器实施控制。

第四节 系统介绍

4.1 供油系统控制逻辑

4.1.1 油泵逻辑

◇ 油泵开逻辑

起动发动机，油泵将运转 1.5 秒，如果没有检测到有效的 58X 信号，油泵停止运转；发动机开始转动，ECM 检测到 2 个有效的 58X 信号后，油泵开始运转。

◇ 油泵关逻辑

失去转速信号后 0.8 秒或防盗器要求关闭油泵，油泵停止运转。

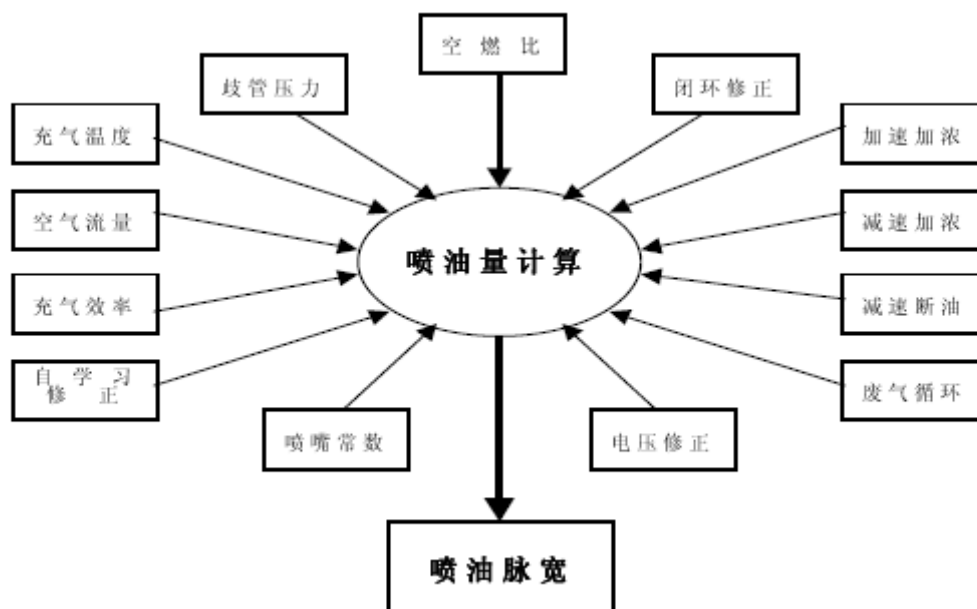
4.1.2 起动预喷

起动预喷只在正常起动过程中喷一次。起动预喷的条件如下：

- (1) 发动机开始转动（ECM 至少检测到 2 个有效的 58 齿信号）
- (2) 油泵继电器吸合
- (3) 油泵运转时间超过蓄压延迟时间
- (4) 起动预喷还没有进行过

一旦上述条件满足，起动预喷在所有的缸同时进行

4.1.3 喷油脉宽的计算



(1) 空燃比

起动空燃比：正常起动空燃比、清除淹缸空燃比

发动机运转时空燃比：冷机状态空燃比、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。

(2) 进气歧管绝对压力

歧管绝对压力是通过安装在进气管上的 MAP 传感器直接读取的。

(3) 充气温度

充气温度指的是进入发动机气缸内气体的温度；它是通过冷却液温度和进气温度计算获得。

(4) 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。

(5) 自学习值

自学习值用来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散差。

(6) 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将实际的空燃比控制在理论空燃比附近。

(7) 加速加浓

当系统检测到 TPS、MAP 和 IACV 的读值大幅度增加时，为避免发动机瞬间的油稀，将进行加浓，以提高整车动力。

(8) 减速减稀

当系统检测到 TPS、MAP 和 IACV 的读值大幅度减小时，为避免发动机瞬间的油浓，将进行减稀，以改善排放及驾驶性能。

(9) 减速断油

当系统检测到发动机和整车进入减速工况时，系统实施断油，以减少排放和降低油耗。

(10) 保护性断油

以下条件任何一个满足，系统将停止喷油：

- 当发动机转速高于 6500RPM 时断油，当转速低于 6300RPM 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 >18V，且发动机转速 >1100RPM 时断油，电压 <18V 时恢复供油

(11) 基本喷油常数

基本喷油常数就是为系统提供发动机的排量与喷嘴流量的关系。

(12) 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。

4.2 点火控制逻辑

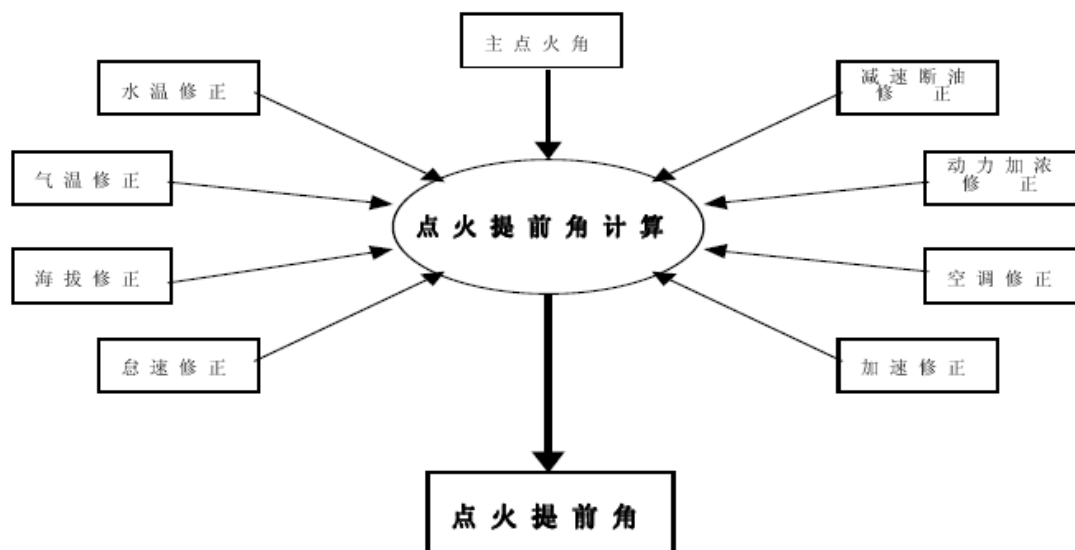
4.2.1 线圈充磁控制

点火线圈充磁时间决定了火花塞的点火能量。太长的充磁时间会损害线圈或线圈驱动器，太短会导致失火。

4.2.2 起动模式

在起动模式下，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，转速上升，并且能够自动运转后，点火角控制退出起动模式。

4.2.3 点火提前角的计算



(1) 主点火提前角

发动机冷却液温度正常后，通常节气门开启工况下的主点火角就是最佳扭矩点时的最小点火角，即爆震临界点；节气门关闭工况下，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，为让催化器尽可能快的起燃，在加热催化器的过程中，基本点火角可以不是最佳扭矩点或爆震临界点点火角，而且在不影响驾驶性的情况下应该尽可能的延迟。

(2) 点火提前角的修正

冷却液温度修正、进气温度修正、海拔高度补偿修正、怠速修正、加速修正、动力加浓修正、减速断油修正、空调控制修正、废气再循环修正。

(3) 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。

(4) 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，会加浓空燃比至最佳扭矩最稀空燃比点，由此可以进行点火修正以获得最佳扭矩点。

(5) 减速断油修正

在退出减速断油时，可进行点火角的修正，保证退出节气门关闭状态时能够过度平顺。

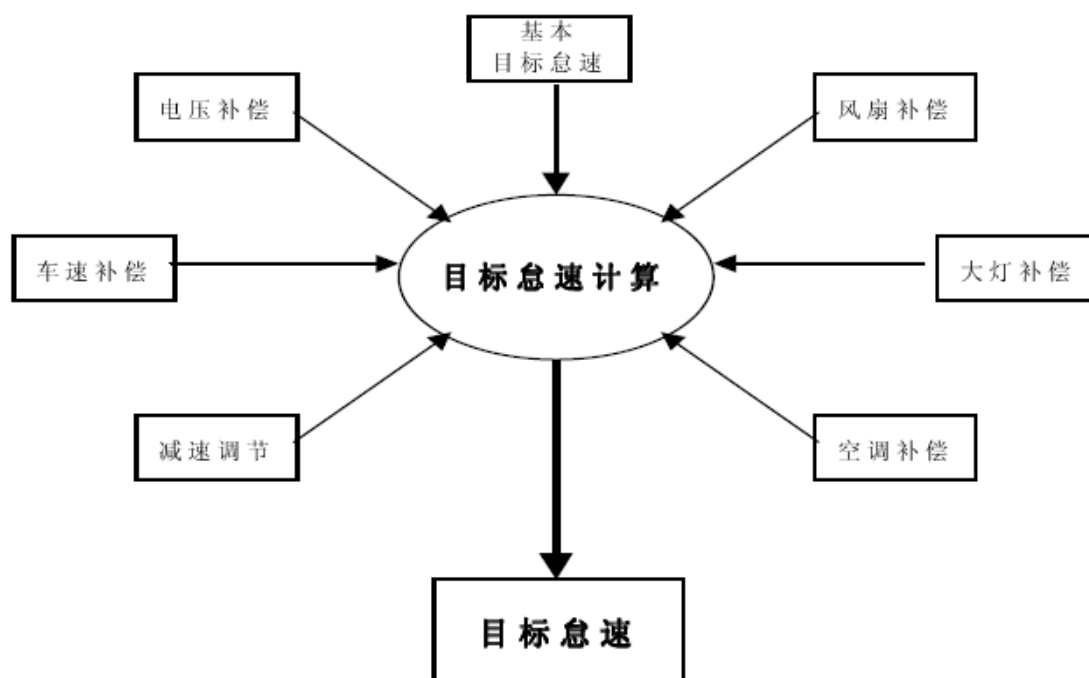
(6) 空调控制修正

在发动机怠速时关闭空调，可以进行点火提前角的修正，以使发动机转速过渡平稳。

4.3 怠速控制逻辑

怠速空气流量控制使得发动机控制系统能够维持节气门全闭时的目标转速，出入节气门全闭状态时平顺过度，防止失速；当怠速时发动机负荷变化时，维持稳定转速。

4.3.1 目标怠速的计算



(1) 基本目标怠速

不同冷却液温度时，基本目标怠速的设定：

冷却液温度℃	目标怠速 RPM	冷却液温度℃	目标怠速 RPM	冷却液温度℃	目标怠速 RPM	冷却液温度℃	目标怠速 RPM
<-28	1300	8	1200	56	950	104	825
-28	1300	20	1200	68	850	116	925
-16	1300	32	1200	80	780	>116	925
-4	1200	44	1075	92	780		

(2) 系统电压补偿

当系统电压<12V 时，系统会自动提升目标怠速，已增加发电机的发电量。系统每秒钟提升 12.5RPM，最大达到峰值 150RPM。

(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，目标怠速较行车时提高 50RPM，在减速及停车时，逐步减速至停车状态目标怠速。

(4) 空调补偿

停车怠速开启空调，为补偿压缩机的动力消耗，目标怠速将提升 150RPM。

(5) 大灯补偿

近光灯开启后，为补偿其电力消耗，目标怠速将提升 50RPM。

(6) 冷却液箱风扇补偿

当冷却液温度上升，水箱风扇开启时，为补偿风扇的电力消耗，目标怠速将提升 50RPM。

4.4 爆震控制逻辑

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。

MT22.1 系统可对发动机不同的气缸进行独立的爆震控制。

4.4.1 爆震控制工作条件

爆震控制系统在下列条件满足时，将开始控制工作：

- 车辆装有保证传感器并起用爆震控制功能；
- 发动机运行且运行时间超过 2 秒；
- 发动机转速大于 800RPM；
- MAP>40kPa

4.4.2 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表和安全点火提前角表，爆震控制的调整就是在两个表格之间进行。控制方式主要有下列一些模式：

(1) 稳态爆震控制

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声音，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。

(2) 瞬态爆震控制

在急加速或发动机转速急剧变化时，爆震容易产生，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。

(3) 快速推迟点火角

系统检出爆震后，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 秒内恢复至正常控制。

(4) 适应性调整点火角

由于制造误差和长期使用后的磨损，发动机之间存在差异。在系统和发动机使用初始或 ECM 重新上电后，发动机工作时可能会有爆震产生，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。

系统适应性学习值是在发动机运转过程中不断地更新。

4.5 空调控制逻辑

ECM 监测 A/C 请求输入和 A/C 蒸发器温度传感器输入，并通过空调继电器控制空调压缩机离合器。系统对空调系统是即插即用自动识别。

4.5.1 空调工作条件

空调系统在下列条件满足时，将启动工作：

- 车辆装有空调；
- 发动机运行且运行时间超过 5 秒；
- 空调开关接通；
- 进气温度大于 3.75℃；
- 冷却液温度大于 3.75℃；
- 发动机转速大于 600RPM；
- 所有空调切断模式不起作用；

4.5.2 空调切断模式

在一些情况下，为保证动力性或保护发动机或保护空调系统，ECM 必须切断空调压缩机或静止空调系统启动。同时为了防止压缩机离合器频繁通断，一旦进入空调切断模式，ECM 通过延时等手段保证过一定的时间，空调离合器才能重新吸合。主要有下列一些模式：

(1) 发动机大负荷空调切断模式：保证动力性

- 没有 TPS 和车速传感器故障
- 发动机转速小于 3600RPM（未在大负荷切断模式）或发动机转速小于 4000RPM（在大负荷切断模式）；
- 车速小于 10kph（没有大负荷切断模式）或车速小于 15kph（在大负荷切断模式）；
- 油门开度大于 70%（没有在大负荷切断模式）或油门开度大于 60%（在大负荷切断模式）。

(2) 油门全开（WOT）空调切断模式：保证动力性

- 发动机转速小于 5000RPM；
- 没有 TPS 故障；
- TPS 大于 90%，且上次 WOT 空调切断后 TPS 小于该值。

(3) 发动机转速过高空调切断模式：保护空调系统

- A/C 关闭时，发动机转速小于 6000RPM 时才允许压缩机启动；
- A/C 工作时，发动机转速大于 6000RPM 时将切断空调压缩机。

(4) 发动机冷却液温度过高空调切断模式：保护发动机

- A/C 关闭时，冷却液温度小于 105℃才允许压缩机启动；
- A/C 工作时，冷却液温度大于 80℃时将切断空调压缩机。

(5) 空调蒸发器温度过低空调切断模式：保护空调系统

当下列任一条件满足时，车辆进入高环境温度起步空调切断模式：

- 空调蒸发器温度传感器有故障；
- 前空调蒸发器温度小于 1.5℃；

当下列两个条件满足时，车辆退出空调蒸发器温度过低空调切断模式：

- 空调蒸发器温度传感器没有故障；
- 前空调蒸发器温度大于 3.75℃。

4.6 碳罐电磁阀控制逻辑

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机，从而最大限度的降低车辆的蒸发排放，同时尽量减小对发动机性能的影响。

4.6.1 碳罐电磁阀的工作条件

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 17V；
- 发动机运行时间小于 150 秒（发动机起动时冷却液温度低于 50.25℃）或者发动机运行时间超过 30 秒（发动机起动时冷却液温度高于 50.25℃）；
- 无 EMS 系统故障；
- 发动机已进入闭环工作模式或断油时间已经超过 2 秒；
- 节气门开度超过 1.2%且小于 100%；
- $65.25^{\circ}\text{C} < \text{发动机冷却液温度} < 110.25^{\circ}\text{C}$ 。

4.6.2 碳罐电磁阀工作模式

碳罐电磁阀的开度由 ECM 根据发动机状态确定的占空比（PWM）信号来决定。在怠速状态下，碳罐电磁阀最大开度为 0%；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%。

4.7 三元催化器保护控制逻辑

发动机运转时系统对三元催化器的工作温度进行预测，当预测温度高于保护温度时，开始计时，若在规定的时间内催化器工作温度始终高于保护温度，系统则控制燃油供给量，加浓空燃比，以降低催化器的工作温度；一段时间后，系统预测催化器温度已降低后，恢复至先前空燃比，并继续预测催化器的工作温度，准备实施保护。

4.8 风扇控制逻辑

系统控制发动机和 空调的冷却风扇，ECM 根据发动机冷却液温度高低及是否符合打开空调的条件等依据决定是否打开各个风扇。

风扇工作方式及工作条件：

- 当冷却液温度大于 93℃时，低速风扇开始运行；
- 当冷却液温度小于 87℃时，低速风扇停止运行；
- 当冷却液温度大于 100℃时，高速风扇开始运行；
- 当冷却液温度小于 94℃时，高速风扇停止运行。

4.9 里程累计逻辑

发动机工作里程累计功能是专为售后质保里程统计而设定，它不用来替代现有车用里程表。在质保期内，系统累计发动机的工作里程并启动发动机保护逻辑。

若无车速传感器信号，系统将无法累计发动机的使用里程，所以，当车速传感器及其连接线

路发生故障，系统将对发动机的驾驶性能进行限制，以劝告用户，及时进行维修。

4.9.1 里程累计

里程累计是基于车速传感器的脉冲信号，分辨率为 0.1 公里。当使用里程数达到 80000 公里后，系统停止里程累计。系统每隔 5 公里或在关断电源时，将累计的里程记录到 EEPROM 内，并在重新接通电源后，从 EEPROM 中恢复数据；同样，在 ECM 完全断电的情况下，累计的里程仍被保存。当系统未检测出车速传感器及线路故障（P0502），系统会按照车速传感器的脉冲信号，就在原来的记录上，以 0.1 公里的增量进行累加。

第五节 系统故障诊断功能介绍

5.1 故障信息记录

电子控制单元不断地监测着传感器、执行器、相关的电路、故障指示灯和蓄电池电压等等，乃至电子控制单元本身，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、怠速转速控制和蓄电池电压控制等）进行可信度检测。一旦发现+某个环节出现故障，或者某个信号值不可信，电子控制单元立即在 RAM 的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。

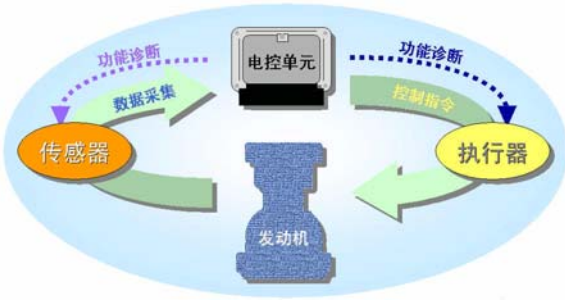


图 2-3 电喷系统故障诊断原理图

5.2 诊断仪连接

本系统采用“K”线通讯协议，并采用 ISO 9141-2 标准诊断接头，见图 2-4。这个标准诊断接头是固定地连接在发动机线束上的。用与发动机管理系统 EMS 的是标准诊断接头上的 4、6、7、14 和 16 号针脚。标准诊断接头的 4 号针脚连接车上的地线；7 号针脚连接 ECM 的 71 号针脚，即发动机数据“K”线；6、14 号脚接 ECM 的“CAN”线(车辆有 CAN 总线时)；16 号针脚连接蓄电池正极。

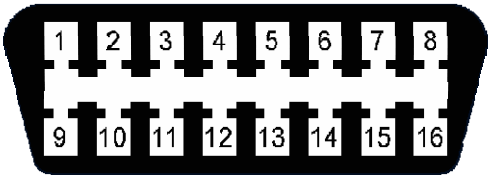


图 2-4 ISO9141-2 标准诊断接头

ECM 通过“K”“CAN”线可与外接诊断仪进行通信，并可进行相关操作（各功能作用及诊断仪操作详见“MT22.1 诊断仪使用介绍”）。

第六节 项目相关问题说明

系统特点：

多点顺序喷射系统；

新的以扭矩为变量的发动机功能结构，与其它系统最易兼容,可扩展性强；
新的模块化的软件结构和硬件结构,可移植性强；
采用信号盘识别转速信号（曲轴位置传感器）；
采用步进电机空气控制；
实现怠速扭矩闭环控制；
爆震控制；
具有对催化器加热、保护的功能；
具有跛行回家功能；
具备闪烁码功能等等。