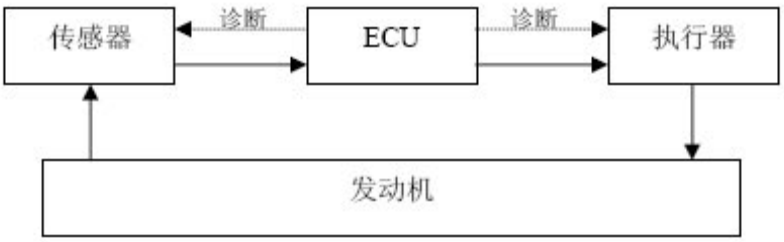
1. 一般信息

1.1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。基本结构如图所示。

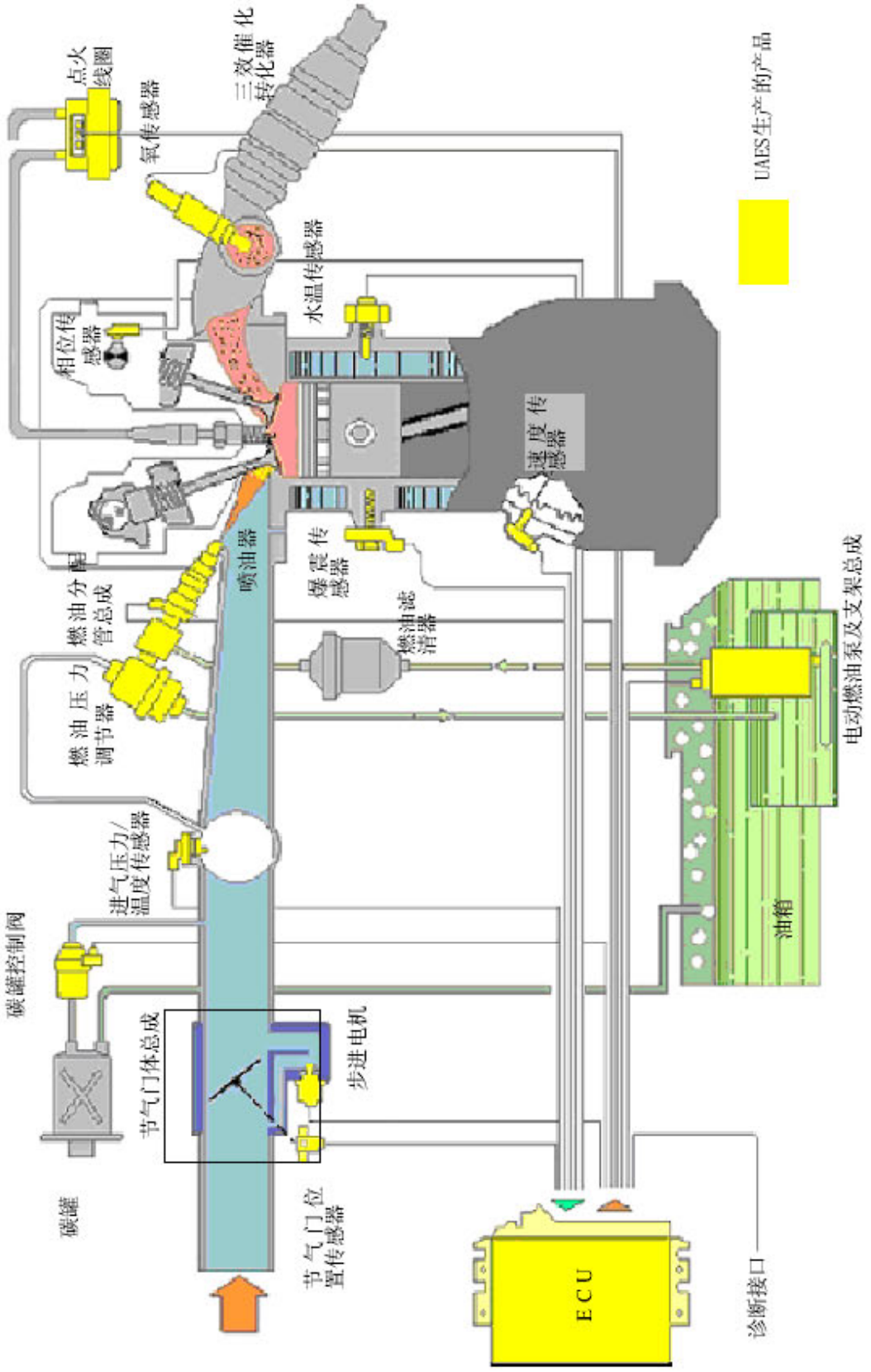


发动机电控系统的组成

在发动机电控系统中，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；ECU 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ECU 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“跛行回家”功能，当探测到故障被消除，则正常值恢复使用。

LAUNCH

发动机电控系统结构所示。



发动机电控系统的基本组件有：

电子控制器（ECU）	怠速调节器
进气压力/温度传感器	喷油器
冷却液温度传感器	电子燃油泵
节气门位置传感器	燃油压力调节器
相位传感器	油泵支架
转速传感器	燃油分配管
爆震传感器	碳罐控制阀
氧传感器	点火线圈

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，系统采用开环和闭环（反馈）控制相结合的方式，对发动机的运行提供各种控制信号。系统的主要功能有：

1).应用物理模型的发动机的基本管理功能

- ●以扭矩为基础的系统结构
- ●由进气压力传感器/空气流量传感器确定汽缸负荷量
- ●在静态与动态状况下改进了的混合气控制功能
- ●λ闭环控制
- ●燃油逐缸顺序喷射
- ●点火正时，包括逐缸爆震控制
- ●排放控制功能
- ●催化器加热
- ●碳罐控制
- ●怠速控制
- ●跛行回家
- ●通过增量系统进行速度传感

LAUNCH

2).附加功能

- ●防盗器功能
- ●扭矩与外部系统（如传动机构或车辆动态控制）的联接
- ●对几种发动机零部件的控制
- ●提供给匹配，EOL-编程工具与维修工具的界面

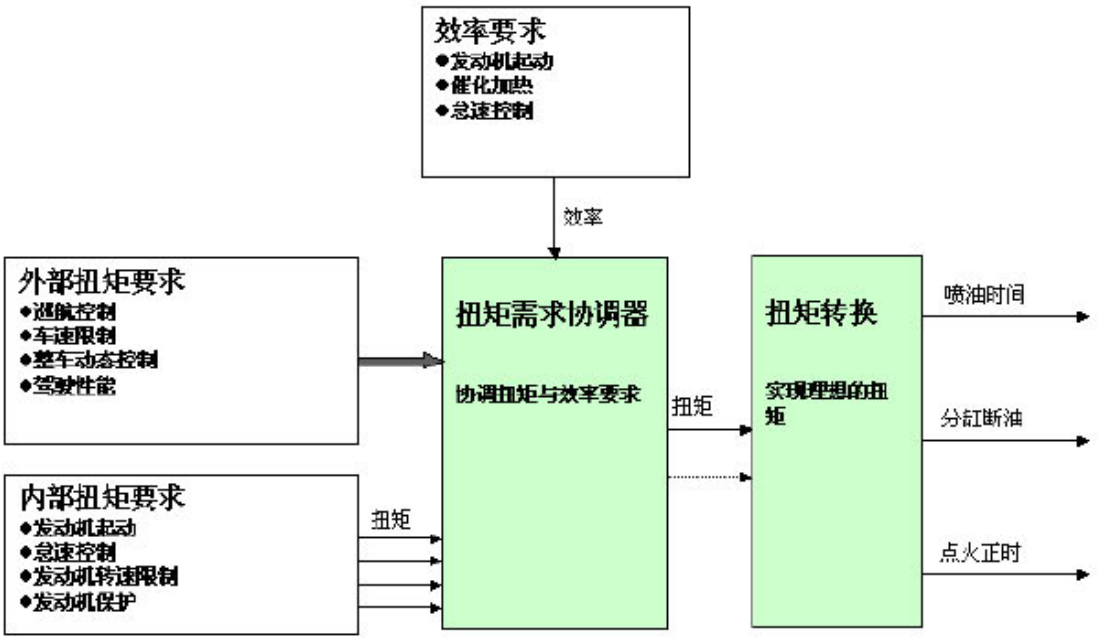
3).在线诊断 OBD II

- ●完成一系列OBD II 功能
- ●用于诊断功能的管理系统

1.2基于扭矩控制的发动机电控系统

以扭矩为主的发动机管理系统中，发动机的所有内部需求和外部需求都用发动机的扭矩或效率要求来定义，如图所示。通过将发动机的各种需求转化为扭矩或效率的控制变量，然后这些变量首先在中央扭矩需求协调器模块中进行处理。系统可将这些相互矛盾的要求按优先顺序排列，执行最重要的一个要求，通过扭矩转化模块得到所需的喷油时间、点火正时等发动机控制参数。该控制变量的执行对其它变量没有影响。这就是以扭矩为主控制系统的优点。

同样在进行发动机匹配时，由于基于扭矩控制系统具有的变量独立性，在匹配发动机特性曲线和脉谱图时只依靠发动机数据，与其它功能函数和变量没有干涉，因此避免了重复标定，简化了匹配过程，降低了匹配成本。



1.3系统输入/输出信号

M7 系统中ECU 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
- ●相位信号
- ●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ECU 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：

- ●怠速调节器开度
- ●喷油正时和喷油持续时间
- ●油泵继电器
- ●碳罐控制阀开度
- ●点火线圈闭合角和点火提前角
- ●空调压缩机继电器
- ●冷却风扇继电器

1.4系统功能介绍

1.4.1起动控制

在起动过程中，要采取特殊计算方法来控制充量、喷油和点火正时。该过程的开始阶段，进气歧管内的空气是静止的，进气歧管内部压力显示为周围大气压力。节气门关闭，怠速调节器指定为一个根据起动温度而定的固定参数。

在相似的过程中，特定的“喷油正时”被指定为初始喷射脉冲。燃油喷射量根据发动机的温度而变化，以促使进气歧管和气缸壁上的油膜的形成，因此，当发动机达到一定转速前，要加浓混合气。

一旦发动机开始运行， 系统立即开始减少起动加浓， 直到起动工况结束时（600…700min-1）完全取消起动加浓。在起动工况下点火角也不断调整。随着发动机温度、进气温度和发动机转速而变。

1.4.2暖机和三元催化器的加热控制

发动机在低温起动后，气缸充量、燃油喷射和电子点火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。

在该阶段中，最重要的是三元催化器的快速加热，因为迅速过渡到三元催化器开始工作可大大减少废气排放。在此工况下，采用适度推迟点火提前角的方法利用废气进行“三元催化器加热”。

1.4.3加速/减速和倒拖断油控制

喷射到进气歧管中的燃油有一部分不会及时到达气缸参加接着的燃烧过程。相反，它在进气歧管壁上形成一层油膜。根据负荷的提高和喷油持续时间的延长，储存在油膜中的燃油量会急剧增加。

当节气门开度增加，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，进气歧管壁上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特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，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，并在进气歧管壁上重建油膜。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）。

1.4.4怠速控制

怠速时，发动机不提供扭矩给飞轮。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。它们包括来自发动机曲轴和配气机构以及辅助部件，如水泵的内部摩擦。

M7 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档。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。

1.4.5λ闭环控制

三元催化器中的排气后处理是降低废气中有害物质浓度的有效方法。三元催化器可降低碳氢（HC），一氧化碳（CO）和氮氧化物（NOx）达98%或更多，把它们转化为水（H2O），二氧化碳（CO2）和氮（N2）。不过只有在发动机过量空气系数 =1 附近很狭窄的范围内才能达到这样高的效率， 闭环控制的目标就是保证混合气浓度在此范围内。

λ闭环控制系统只有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900mV 的传感器电压。当λ=1 时，传感器电压有一个跃变。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。

1.4.6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。由于受到蒸发排放法规的限制，这些含有大量HC 成分的蒸汽不允许直接排入大气中。在系统中燃油蒸汽通过导管被收集在活性碳罐中，并在适当的时候通过吹洗进入发动机参与燃烧过程。吹洗气流的流量是由ECU 控制碳罐控制阀来实现的。该控制仅在 闭环控制系统闭环工作情况下才工作。

1.4.7爆震控制

系统通过安装在发动机适当位置的爆震传感器检测爆震产生时的特性振动，转换成电子信号以便传输到ECU 中并进行处理。ECU 使用特殊的处理算法，在每个气缸的每个燃烧循环中检测是否有爆震现象发生。一旦检测到爆震则触发爆震闭环控制。当爆震危险消除后，受影响的气缸的点火逐渐重新提前到预定的点火提前角。

爆震控制的阈值对不同的工况和不同标号的燃油具有良好的适应性。

LAUNCH

1.5车载诊断（OBD）功能介绍

车载诊断系统（简称OBD 系统），是指集成在发动机控制系统中，能够监测影响废气排放的故障零部件以及发动机主要功能状态的诊断系统。它具有识别、存储并且通过自诊断故障指示灯(MIL)显示故障信息的功能。

OBD 技术涉及很多全新的概念，下面首先对OBD 技术相关的一些基本知识进行介绍，以便于对后续内容更好的理解。

1.5.1故障

一旦OBD 系统检测到有下述情形发生，则认为发生了故障。

- 催化转化器的转化效率的下降，排放量会超过OBD 限值。
- 发动机失火，排气污染物会超过OBD 限值，或者导致催化器温度过高而损坏。
- 氧传感器的损坏或老化，以至于汽车的排气污染物会超过OBD 限值。
- 与电控单元相连并与排放有关的部件失效，以至于会导致排气污染物超过OBD 限值。
- 与计算机相连接的动力系部件，包括任何能实现监测功能的相关的传感器的电路连通状态不正常。

1.5.2故障的处理

OBD 系统在检测到故障之后将会根据故障的状态进行如下处理：

- 以相应的方式（点亮、闪烁或熄灭）故障指示器。
- 对ECU 内部（添加、更新和删除故障相关信息），这些信息将可被标准的诊断仪通过标准的诊断接口读取。

1.5.3故障的状态

OBD 系统对故障的处理因故障状态的不同而不同。为了对故障的状态进行更好的理解，必须明确故障的确认和修复两个概念。故障的确认是指从故障首次被OBD 系统检测出来到被系统认定从而按照相应策略触发MI 的过程。一个故障在被确认之前称为偶发故障，在确认之后称为已确认故障。故障的确认一般有两种方式：

- 连续三个运转循环都检测到了故障。
  所谓运转循环是包括发动机起动、相应运转工况（若汽车存在故障应能被检测到）和发动机熄火的过程。大部分排放相关的故障都采用这种确认方式。
- 检测到故障连续存在的时间超过2.5 秒。
  对于比较可靠的诊断功能使用这种方法，比如转速传感器的诊断。故障的修复是指OBD 系统在故障被排除之后检测到故障已经不存在。故障的修复也有一个确认过程，对于偶发故障，OBD 检测到故障被修复后会直接清除故障记录；对于已确认的故障，只有在连续三个运转循环期间都没有检测到该故障，OBD 系统才认定该故障被确认修复，然后再依据相应的故障处理策略对故障指示器和故障内存进行相应的操作。

根据故障是否被确认、修复和确认修复的不同，故障可分为如下几种状态：

故障状态	偶发未确认	偶发被修复	已确认未修复	已确认但未确认修复	已确认且被确认修复
是否被检测出	√	√	√	√	√
是否修复		√			
是否确认			√	√	√
是否被修复过				√	
是否确认被修复					√

1.5.4故障的处理策略

以下是OBD 系统对不同状态的故障的处理策略，这些策略是根据法规、故障部件和系统的特性等决定的。关于MI 控制策略更详细的信息参见本组内容。

偶发未确认	不改变MI 状态。	- 连续监测故障码通过模式7输出。

		- 非连续监测结果通过模式6输出。
偶发被修复	不改变MI 状态。	删除ECU 存储器中对应故障信息。

已确认未被修复的故障 确认后的故障被确认修复前	- 对于排放相关故障激活MI 灯。 - 不影响排放但需要维修的故障 不激活MI。 - 损坏催化器的失火故障闪烁MI。 不改变MI 状态。	- 故障码和对应冻结桢信息通过模式2 输出。 - 故障码通过模式3 输出。
已确认的故障被确认修复后	解活MI。	在被修复后连续如果同一故障在40 个以上发动机暖机循环内不再出现，则清除该故障代码，以及带故障出现时的行驶距离和冻结桢信息。

1.5.5故障指示器（MI）

MI是一个故障指示器，当连接于车载诊断系统的与排放相关的任何零部件或车载诊（OBD）系统本身发生故障时，它能清楚地提示汽车的驾驶人员。MI一般是一个可以在仪表板上显示且形状符合相应标准的指示灯。MI灯的激活遵循如下原则：

- 当汽车点火开关已打开，而发动机尚未起动或转动，MI 会点亮。
- 如果系统存在已确认的排放相关故障（引起催化器损坏的失火故障除外），OBD 系统会点亮MI 灯来提醒驾驶员进行检修。
- 一旦发动机失火达到制造厂规定的水平，以至于催化转化器可能被损坏时，MI 立即以1Hz 的频率闪烁。

MI灯的解活（熄灭）遵循如下原则：

- 发动机起动后，如果先前没有检查到故障，MI 会在3 秒钟后熄灭。
- 如果可能毁坏催化转化器的发动机失火率不再存在，或者当发动机的转速和负荷改变后，发动机失火率不至于损坏催化转化器时，则MI 应切换至激活以前的状态。
- 对于其它所有故障，在三个连续的运转循环期间，如果相应激活MI 的监测系统不再监测到故障，且没有检测出其它会单独激活MI 的故障之后，MI 会解活（熄灭）。

1.5.6故障代码

根据法规要求，OBD 系统必须具有识别可能存在故障的区域的功能，并以故障代码的方式将该信息储存在电控单元存储器内。SAE（美国工程师协会）和ISO

（国际标准化组织）对诊断故障代码进行了标准化，它由5 个字符组成，例如：P0112。

故障码的第1 个字符是一个字母，它反映了故障对象所属的系统：
- Pxxxx 表示传动系故障
- Bxxxx 表示车身故障
- Cxxxx 表示底盘故障
- Uxxxx 表示网络故障

OBD 系统相关故障主要用P 代码表示。

故障码的第2 个字符反映了故障码的制定者：

P0xxx 根据SAE 定义并能被诊断系统使用，可自由选择的故障代码，它们包含特定的故障文字描述（从车型年2000 起：P0xxx 和P2xxx）。

P1xxx 影响废气排放的由制造厂提供，可自由选择的附加的故障代码，它们不包含特定的故障文字描述，但是必须在立法者那里进行注册（从车型年2000 起：P1xxx 和P3xxx）。

故障码的第3 个字符反映了故障对象的种类，其定义如下：
- Px0xx 燃油和空气计量，排放控制
- Px1xx 燃油和空气计量
- Px2xx 燃油和空气计量
- Px3xx 点火系统或失火
- Px4xx 附加排放控制
- Px5xx 车速、怠速控制和输入信号
- Px6xx 计算机和输出信号
- Px7xx 变速箱
- Px8xx 变速箱
- Px9xx 变速箱
- PxAxx 混合推进

LAUNCH

故障码的第4 和第5 个字符为故障部件/系统的标示。通过标准的扫描工具和诊断接口，连续监测发现的偶发故障的故障代码会在扫描工具模式7 中输出，已确认故障的故障码会在模式3 中输出，冻结桢（如有）对应的故障码会在模式2 中输出。

1.6扫描工具功能说明

OBD系统还可以提供很多故障诊断相关信息，这些信息对于电喷系统的检修也具有很高的参考价值。根据国际标准ISO/DIS15031-5的定义，OBD系统的相关信息以9种不同的服务/模式可以通过满足ISO/DIS15031-4要求的诊断工具获得。各个模式的主要功能如下：
- 01 读动力系诊断当前数据

- 02 读冻结帧数据
- 03 读排放相关的动力系统诊断故障码
- 04 清除和复位排放相关的诊断信息
- 05 读氧传感器监测测试结果
- 06 读非连续监测系统OBD 测试结果
- 07 读连续监测系统OBD 测试结果
- 08 属建议内容，不做强制性要求
- 09 读车辆和软件识别号

各个模式输出的信息的内容相同，下面就对它们分别予以说明。值得指出的是，不同的扫描工具或诊断仪在设计和使用中可能有所不同，但是所读取得内容一定输于上述模式中的一种。

1.6.1模式1

模式1的功能是根据法规要求，使得外部标准的扫描工具可以访问当前排放相关的一些基本参数的数据值。这些参数包含系统的一些模拟输入和输出量、数字输入和输出量，以及系统状态信息等。国际标准ISP/DIS15031-5对所有在模式1中可以输出的参数进行了定义，定义的内容包括参数的名称、单位、格式、文字说明等，各个参数之间以参数标识号（PID）进行区分。在模式1的输出中，OBD系统所支持的所有排放相关参数，包含PID、参数值、单位和文字说明会被逐一列出。根据法规的要求，模式1的输出至少包含如下参数（如果车载电控单元具有、或通过车载电控单元能够被确定）：

- PID 01 OBD 系统状态信息
- PID 03 燃料控制系统状态（闭环/开环及其它）
- PID 04 计算的负荷值
- PID 05 发动机冷却液温度
- PID 06, 07 气缸列1 和3 的燃油修正
- PID 08, 09 气缸列2 和4 的燃油修正
- PID 0A 燃油压力
- PID 0B 歧管空气压力
- PID 0C 发动机转速
- PID 0D 车速
- PID 0E 点火正时提前
- PID 0F 进气温度
- PID 10 空气流量
- PID 11 节气门位置传感器输出值
- PID 12 二次空气状态（上游、下游或大气）
- PID 1C OBD 系统要求
- PID 21 MIL 激活之后的行驶里程

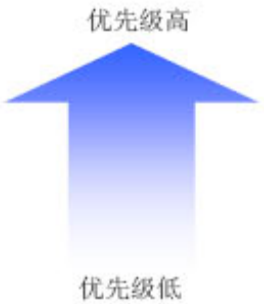
此外，模式1的输出中一般还会包含氧传感器位置信息（PID 13）和各氧传感器的输出电压值（不同位置和类型的氧传感器对应不同的PID）。模式1输出的结果都是电控系统当前的真实值（在某些故障发生的情况下，系统可能会使用缺

省或者替代值），这些结果对维修工作具有重要的参考价值。
特别值得指出的是PID 01反映了OBD系统的状态

1.6.2模式2

根据法规的要求，一旦OBD系统测定了任何部件或系统的首次故障，必须将当时发动机状态的冻结帧储存在电控单元存储器中，模式2个功能是输出OBD系统的冻结桢信息。同模式1一样，模式2所输出的冻结桢每条信息也必须符合国际标准ISO/DIS15031-5的相关定义。
所储存的发动机状态至少包括，但不限于如下参数：
- PID 03 闭环或开环运转状态（如有）
- PID 04 计算的负荷值
- PID 05 冷却液温度
- PID 06, 07 气缸列1 和3 的燃油修正（如有）
- PID 08, 09 气缸列2 和4 的燃油修正（如有）
- PID 0A 燃油压力（如有）
- PID 0B 进气岐管压力（如有）
- PID 0C 发动机转速
- PID 0D 车速（如有）
- PID 02 引发上述数据被储存的故障代码。

值得指出的是，模式2中只能存储一组冻结桢信息。在系统检测到多个故障时，拥有较高冻结桢优先级的故障才会出现在模式2的输出中。



- 失火和供油系统故障
- 一般排放相关故障
- 不影响排放但需要维修的故障，比如空调、风扇和蒸发器温度传感器

1.6.3模式3

模式3的功能是使外部测试设备获取排放相关的动力系的故障代码。同模式2不同，模式3可以输出多个故障代码。如果同一故障在40个以上发动机暖机循环内不再出现，车载诊断系统可以清除该故障代码，以及带故障出现时的行驶距离和冻结桢信息。这里所说的暖机循环指充分运转汽车，使得发动机冷却液温度比起动时至少升高22K，且至少达到343K（70 deg）。

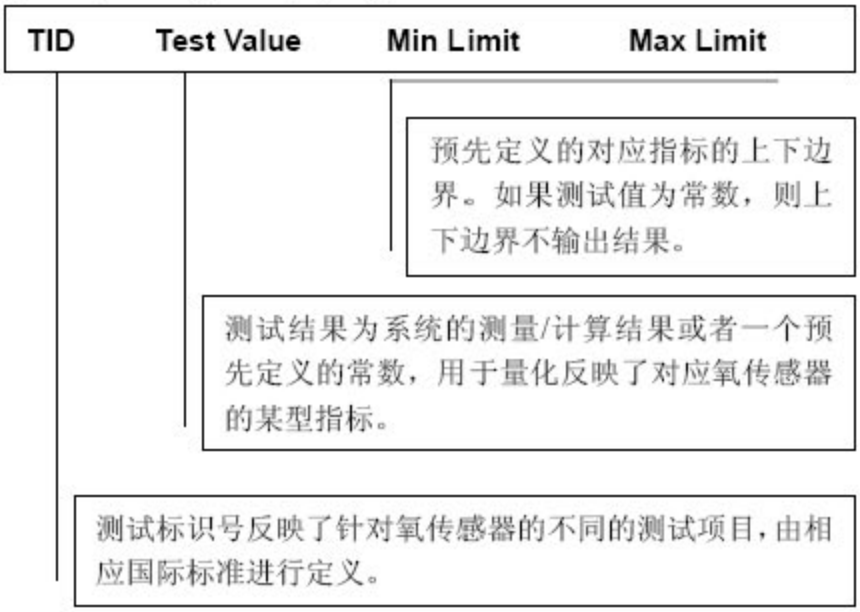
1.6.4模式4

模式的目的是使外部的测试设备能够解活MIL，清除ECU中排放相关的诊断信息，这些信息包括：

- 诊断故障码的个数（可在模式1 中通过PID 01 读取）
- 故障诊断准备就绪代码（可在模式1 中通过PID 01 读取）
- 确认的诊断故障码（可通过模式3 读取）
- 偶发的诊断故障码（可通过模式7 读取）
- 冻结桢对应的故障码和冻结桢数据（可通过模式2 读取）
- 氧传感器测试数据（可通过模式5 读取）
- 系统监测状态（可通过模式1 中的PID 01 读取）
- 车载监测测试结果（可通过模式6 和模式7 读取）
- MIL 激活之后的行驶里程（可通过模式1 中的PID 21 读取）

1.6.5模式5

此模式的主要目的是访问各个氧传感器的监测结果。所输出的信息包括预先定义的常数值和一些测量/计算结果。对于测量/计算结果，其对应的最小和最大值也会被同时输出，其格式如下：



ISO/DIS 15031-5中给出了所有可以获得的氧传感器信息的定义。每条信息都有一个测试标识号码（TID）与之相对应。对于两点式氧传感器的系统来说，常用的TID如下：

- TID 01 从浓到稀的切换电压（常数）
- TID 02 从稀到浓的切换电压（常数）
- TID 07 最小的氧传感器电压
- TID 08 最大的氧传感器电压
- TID 09 两次浓稀切换之间的时间
- TID 30 信号偏浓指标
- TID 31 信号偏稀指标

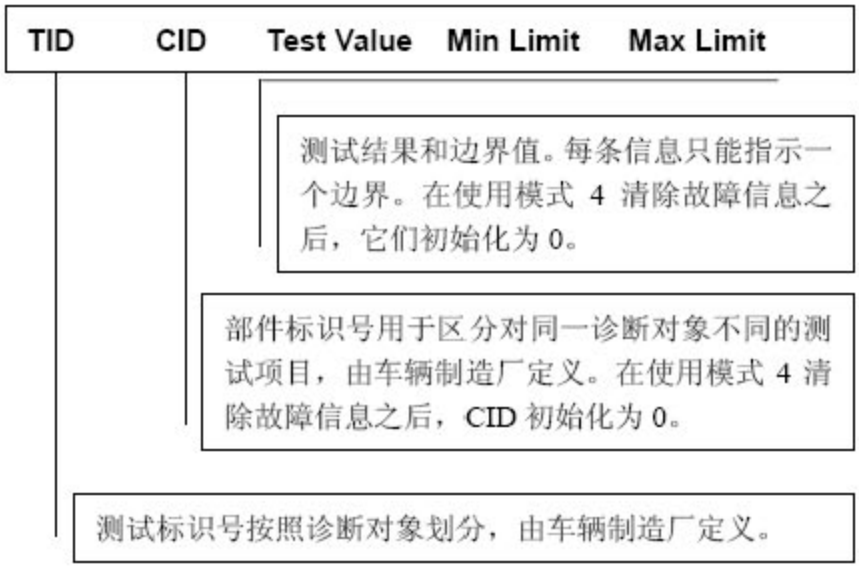
- TID 32 氧传感器平均周期

对于在催化器上游宽带型氧传感器来说，模式5的输出中包含以下TID：
- TID 81 化学当量比
- TID 82 前氧传感器控制阀值
- TID 83 前氧传感器动态特性指标
- TID 84 Lamda 的偏移量指标

根据模式5中的信息可以方便的了解各氧传感器的主要指标和对应边界，从而对氧传感器是否存在故障，故障的类型，以及故障的程度进行判断。

1.6.6模式6

模式6的目的是访问车载诊断系统对某个部件/系统的非连续测试结果。所谓非连续监测，一般指在一个驾驶循环中只完成一次诊断，比如催化器诊断的结果和蒸发控制系统监测结果。模式6的输出的每条信息包含TID、CID、测试值和边界（最大或最小）值四部分，格式和相关说明如下：



在当前系统中，TID定义如下：
- TID $01 催化器监测
- TID $02 氧传感器监测（在模式5 中输出）
- TID $03 二次空气监测
- TID $04 EGR 检测
- TID $05 蒸发排放控制监测
- TID $06 氧传感器加热监测
- TID $07 催化器加热监测
- TID $08 凸轮轴控制监测
- TID $09 冷却系统监测

根据从模式6读取得到的信息是OBD系统最近的一次诊断结果，在下一次诊断完成之前，模式6中的信息会一直保留，不会因为关闭钥匙开关而消失。根据模

式6输出的测试结果可以判断对应部件的相应指标是否存在故障、故障的程度。在维修之后，可以根据模式6的测试结果判断是否故障被正确的排除。

1.6.7模式7

模式7可以输出连续诊断的测试结果，比如
- 驱动级检查，执行器的电路连续性诊断
- 传感器电压（合理性诊断）
- 供油系统诊断

模式7只显示偶发故障。偶发故障是已经被检测出但是还没有最终确认的故障，偶发故障不会激活MIL。一旦故障被确认，那么故障记录就不再显示在模式7中，而是显示在模式3中了。模式7中记录的结果并不一定表明系统真的仍然存在相应的故障。

对于维修人员来说，在排除故障并经过一个驾驶循环之后读取模式7的内容就可以确认故障是否真的被排除了，不必要进行多个驾驶循环直到故障被确认并激活MIL。

1.6.8模式8

我国和欧洲相关法规不要求OBD系统激活模式8的功能。

LAUNCH

1.6.9模式9

模式9的目的是使得外部设备可以车辆的特定信息，比如车辆识别号码（VIN），标定识别号码(CID或者CVN) EOBD 只要求模式9输出标定识别号（calibration ID）

2. 电喷系统维修须知

2.1一般维修须知

1). 只允许使用高阻抗的数字万用表对电喷系统进行检查工作。
2). 维修作业请使用正品零部件，否则无法保证电喷系统的正常工作。
3). 维修过程中，只能使用无铅汽油。
4). 请遵守规范的维修诊断流程进行维修作业。
5). 维修过程中禁止对电喷系统的零部件进行分解拆卸作业。
6). 维修过程中，拿电子元件（电子控制单元、传感器等）时，要非常小心，不能让它们掉到地上。
7). 树立环境保护意识，对维修过程中产生的废弃物进行有效地处理。

2.2维修过程注意事项

1). 当电喷系统的零部件或接插件从其安装位置上拆下时，因外避免水份、油污等异物进入接插件内，影响电喷系统的正常工作。
2). 当断开和接上接插件时，一定要将点火开关置于关闭位置，否则会损坏电器元件。
3). 在进行故障的热态工况模拟和其它有可能使温度上升的维修作业时，决不要使电子控制单元的温度超过80℃。
4). 电喷系统的供油压力较高（350kPa 左右），所有燃油管路都是采用耐高压燃油管。即使发动机没有运转，油路中也保持较高的燃油压力。所以在维修过程中要注意不要轻易拆卸油管，在需对燃油系统进行维修的场合时，拆卸油管前应对燃油系统进行卸压处理，卸压方法如下：拆下燃油泵继电器，启动发动机使其怠速运转，直到发动机自行熄灭。油管的拆卸和燃油滤清器的更换应在通风良好的地方由专业维修人员进行。
5). 从燃油箱中取下电动燃油泵时不要给油泵通电，以免产生电火花，引起火灾。
6). 燃油泵不允许在干态下或水里进行运转试验，否则会缩减其使用寿命，另外燃油泵的正负极切不可接反。
7). 对点火系统进行检查时，只有在必要的时候才进行跳火花检测，并且时间要尽可能短，检测时不能打开节气门，否则会导致大量未燃烧的汽油进入排气管，损坏三元催化器。
8). 由于怠速的调节完全由电喷系统完成，不需要人工调节。
9). 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，本系统采用负极搭铁。
10). 发动机运转时，不允许拆卸蓄电池电缆。
11). 在汽车上实施电焊前，必须将蓄电池正极、负极电缆线及电子控制单元拆卸下来。
12). 不要用刺穿导线表皮的方法来检测零部件输入输出的电信号。

3. 维修说明

3.1拧紧力矩

序号	零件名称	安装力矩(NM)
1	进气压力温度传感器	3.3
2	冷却液温度传感器	20（Max）
3	爆震传感器	20±5
4	氧传感器	50±10
5	节气门位置传感器	2±0.5
6	转速传感器	8±2
7	相位传感器	8±0.5
8	电磁喷油器	6
9	怠速执行器	(第一阶段)2±1 (第二阶段)7±1

LAUNCH

4. 维修工具

1). 带标准OBD 功能的电喷系统诊断仪
功能：读取/清除电喷系统故障码，观察数据流，零部件动作测试等。
2). 数字多用表（不可用低阻抗的指针式多用表替代）
功能：检查电喷系统中的电压、电流、电等特征参数。
3). 气缸压力表
功能：检查各个气缸的缸压情况。
4). 燃油压力表
功能：检查燃油系统的压力情况，判定燃油系统中燃油泵及燃油压力调节器的工作情况。
5). 尾气分析仪
功能：检查车辆尾气排放情况，有助于对电喷系统的故障判断。
6). 喷油器清洗分析仪
功能：可对喷油器进行清洗分析作业。