

# 浅析发动机电控系统故障码故障的诊断技术

文/江苏 倪桂荣

当今,电控技术在汽车上应用得越来越多,汽车在使人们的生活变得更加便捷的同时,也给“汽车医生”提出了更高的要求,如何快速、准确地给“病人”看病,摆在每一位“医生”面前。而带有电控系统的汽车一般都带有自诊断系统,且自诊断系统日趋完善。由自诊断系统输出的故障码为电控系统汽车的故障诊断,特别是发动机的故障诊断带来了极大的便利。本文仅以丰田卡罗拉为例,浅析发动机电控系统故障码故障的诊断技术。

## 一、汽车自诊断系统的组成及基本原理

汽车自诊断系统,是在汽车点火开关打开或汽车运行过程中自行检测汽车“健康”状况,并把检测结果存储在电脑里以故障灯的形式进行提示的车内诊断系统。它主要由传感器(如凸轮轴位置传感器)、电控单元、执行元件(如点火控制器等)三部分组成,汽车故障码故障的诊断也主要针对这三部分进行。汽车电控系统通过监测电路或软件,在汽车启动或运行过程中监测电子控制系统各部件(如传感器、电控单元、执行元件等)的输入信息,当某一信号超出预设的范围值(如电信号值、变化频率、变化曲线等),并且这一现象在一定的时间内没有消失,或者根本接收不到信号,自诊断系统就会判断电控系统有故障,并把这一故障以代码的形式存入内部存储器,同时点亮仪表盘上故障灯。

## 二、卡罗拉发动机故障码故障诊断技术

根据汽车自诊断系统的组成,现将卡罗拉发动机电控系统故障码故障分成三类进行阐述。

### 1. 传感器故障码故障诊断技术

汽车传感器的作用简单来说就是检测信号,将检测到的非电量信号等转换成电量信号或者ECM能够接收的信号,然后再由

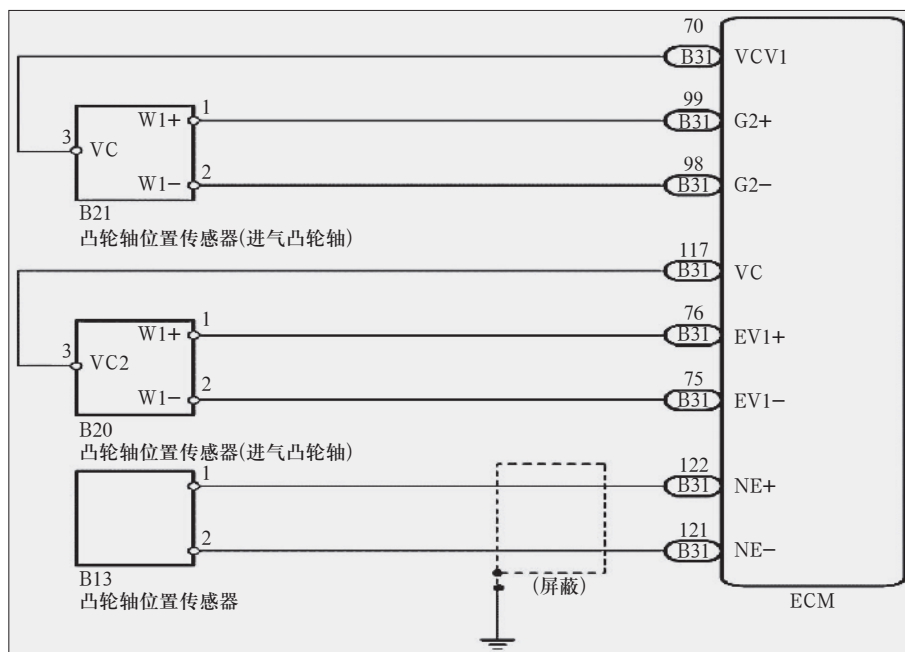


图1 凸轮轴位置传感器电路

ECM对这些信号进行检测,判断其接收的信号是否在其设定范围内。如果检测到的信号超出规定的范围,ECM就判断为有故障,并点亮故障灯。如果在一段时间内收不到某一传感器输入信号,ECM也会判断其发生了故障。发动机在工作中,如果偶然出现非正常信号,ECM不判断为故障,只有非正常信号持续一定时间或多次出现时,ECM才将之判断为传感器出现故障。

### (1) 传感器故障码常见故障

传感器故障码常见故障一般有:①传感器元件内部故障,如短路、断路、接触不良等;②传感器外部线路故障,如线路断路、短路、搭铁不良等;③电脑ECU故障,如电脑损坏、程序有误等;④外部机械故障,如传感器支架松脱等。

### (2) 传感器故障码故障的诊断程序

由于电脑自诊断监测系统只能检测传感器的信号是否在工作范围内,具体是传感器本身故障还是外部线路故障等,还要维修人员针对具体情况进行具体分析。因此,维修人员在故障码进行诊断时,还需检测传感器的

数据流是否正常,若不正常,则应详细检测传感器的阻值、线路连接、供给电压值、搭铁等是否正常,或者对传感器的性能进行测试以确定具体的故障部位,其电路图如图1所示。例如,进气凸轮轴位置传感器故障码故障:进气凸轮轴的可变气门正时(VVT)传感器(G信号)由磁铁和MRE元件组成。VVT凸轮轴主动齿轮有一个信号盘,信号盘的外圆周上有3个齿,齿轮旋转时,信号盘和耦合线圈间的气隙会发生改变,从而影响磁铁,导致MRE材料的电阻发生波动。凸轮轴位置传感器将齿轮旋转数据转换为脉冲信号,并将这些脉冲信号发送到ECM来确定凸轮轴角度,ECM利用此数据来控制燃油喷射时间和喷油正时。

曲轴位置信号盘有34个齿。发动机每转一圈,耦合线圈产生34个信号。ECM根据G信号和实际曲轴转角,来检测正常的曲轴转角。ECM还根据NE信号来检测发动机转速,如表1所示。

表1中,单程检测逻辑是用于模拟故障症状并增强系统检测故障能力的逻辑,包括间歇性故障(仅对智能检测仪而言)。双程检

测逻辑是指首次检测到故障时, 该故障暂时存储在ECM存储器中(单程), 将点火开关置于OFF位置再置于ON位置, 如果再次检测到同一故障, 则故障灯(MIL)将点亮。

以进气凸轮轴位置传感器故障码故障诊断基本流程为例, 使用智能检测仪读取定格数据, 存储DTC时, ECM将车辆和驾驶条件信息记录为定格数据, 定格数据有助于确定故障出现时车辆是运行还是停止、发动机是暖机还是冷机、空燃比是稀还是浓等。其中, 定格数据是指ECM以定格数据的形式每0.5s记录一次发动机状况, 如果未能通过该诊断故障排除程序找出故障, 则需对发动机机械系统进行故障检查。

应该注意的是, 进行准备工作时, 故障码的检查、更换作业按卡罗拉维修手册操作规范进行。

## 2. 电控单元故障码故障诊断技术

电控单元(ECM)也就是电脑系统, 如果ECM发生故障, 控制程序就不能正常运行, 电脑处于异常工作状态, 这样就会导致发动机因控制系统故障而无法启动。为了保证汽车在电脑出现故障时仍能继续运行, 在控制系统工程中, 一般有备用系统。当ECM电脑发生故障时, ECM就会自动调用备用系统完成控制任务, 用预设的固定控制信号控制燃油喷射脉宽、点火正时等, 使发动机仍能维持运转, 以便驾驶员把车开去维修。由于该备用系统只能维持发动机运转的基本功能, 而不能保证正常运行功能, 所以此功能也被叫做Limp-home失效保护功能, 此工

作模式称为“跛行”模式。采用备用系统工作时, 故障指示灯亮。电脑工作是否正常往往是由被称为监视回路的电路进行监控的。

### (1) 故障码故障的主要部位

电控单元故障码故障的主要部位为汽车电脑, 其常见故障有内部控制模块随机存取存储器(RAM)故障、ECM/PCM处理器故障、控制模块性能故障、内部控制模块监控处理器性能故障、内部控制模块油门踏板位置性能故障、内部控制模块节气门位置性能故障以及执行器供电电路/断路故障等。

### (2) 故障码故障的诊断

ECM持续监控其内部存储器的状态、内部电路和发送至节气门执行器的输出信号, 这种自检可以确保ECM正常工作。如果检测出故障, ECM会自动设置相应的DTC(故障码)并亮起MIL。

ECM存储器状态由主CPU和副CPU的内部“镜像”功能进行诊断, 以检测随机存取存储器(RAM)故障。同时, 这两个CPU也持续进行相互监控。如果发生以下情况: ①两个CPU的输出不同或与标准有偏差; ②发送至节气门执行器的信号与标准有偏差; ③节气门执行器供电电压出现故障; ④发现其他ECM故障, 则ECM使MIL亮起并设置一个DTC(故障码), 如表2所示。

电脑系统故障码故障诊断基本流程: 主要使用智能检测仪读取定格数据, 判断其是否是间歇性故障, 不是则判断为ECM故障, 更换ECM。

注: 间歇性故障检测等按卡罗拉维修手

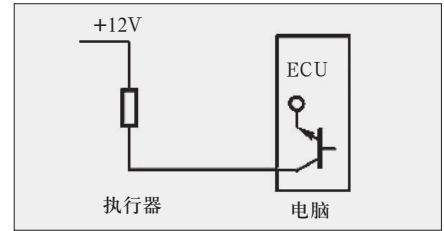


图2 执行器控制电路

册进行操作。

## 3. 执行元件故障码故障诊断技术

在汽车电子控制系统中, 执行元件主要是把ECM的控制信号转换为机械运动的控制装置, 从而实现某种功能。执行元件发生故障发动机的指令便不能正常执行, 从而使发动机运行时性能下降, 甚至熄火。例如, 燃油泵不工作、个别或所有喷油器不工作等。具体来说, 执行器主要有继电器、电磁阀、电动机三大类。执行器一般正极连接电源(经继电器和熔断丝), 负极连接ECM, 由ECM通过内部功率三极管来控制其通断(见图2)。

因此, 对于执行器故障的处理办法通常是: 当确认为执行器故障时, ECM会采取安全措施, 为保证其实施, ECM控制系统中专门设计了故障保障系统。由于ECM对执行器进行控制操作, 控制信号是输出信号, 所以, 对执行器工作情况的诊断, 需要有故障诊断电路, 也就是ECM向执行器发出控制信号, 执行器通过专用电路向ECM反馈信号。

### (1) 故障码故障的故障部位

执行元件故障码故障部位一般有: ①执行器控制电路线束断路、短路、接触不良等; ②执行器的供给电源故障、搭铁不良等;

表1

DTC号	DTC检测条件	故障部分
P0340	凸轮轴位置传感器电路故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>单程检测逻辑: 将点火开关置于ON位置至少2秒钟, 直至ECM的输入电压保持在0.3V或更低, 或者保持在4.7V或更高并持续5s以上。</li> <li>双程检测逻辑: 启动时, 无凸轮轴位置传感器信号传送到ECM。</li> </ul>
P0342	凸轮轴位置传感器“A”电路低输入(B1或单个传感器)	<ul style="list-style-type: none"> <li>单程检测逻辑: 凸轮轴位置传感器的输出电压为0.3V或更低并持续5s。</li> </ul>
P0343	凸轮轴位置传感器“A”电路高输入(B1或单个传感器)	<ul style="list-style-type: none"> <li>单程检测逻辑: 凸轮轴位置传感器的输出电压为4.7V或更高并持续5s。</li> </ul>

表2

DTC号	DTC检测条件	故障部分
P0604	内部控制模块随机存取存储器(RAM)故障	单程检测逻辑: ECM内部故障
P0606	ECM/PCM处理器	
P0607	控制模块性能	
P060A	内部控制模块监控处理器性能	
P060D	内部控制模块油门踏板位置性能	
P060E	内部控制模块节气门位置性能	
P0657	执行器供电电路/断路	

表3

DTC号	DTC检测条件	故障部分
P0351	点火线圈“A”初级/次级电路	单程检测逻辑: 发动机运转时, 无IGF信号发送至ECM
P0352	点火线圈“B”初级/次级电路	
P0353	点火线圈“C”初级/次级电路	
P0354	点火线圈“D”初级/次级电路	

③执行器本身性能失效、损坏或机械缺陷等; ④电控单元内部电路、程序有误等。

### (2) 执行器故障码故障的诊断

由于电脑自诊监测系统只能检测执行器对ECM有无操作反馈信号, 因此, 维修人员对执行器故障码进行诊断时, 应首先检测该传感器的数据流是否正常。若不正常, 则应检测执行器的线路阻值、线路连接情况、传感器供给电源电压值、搭铁等是否良好或者直接对执行器进行性能测试来确定故障部位。有的执行器也可用听、摸等经验法来检验其是否工作, 来判断好坏。

在发动机电子控制系统中, 对执行器进行故障诊断的典型部件就是点火器。例如, 带有点火器的点火线圈故障码故障。卡罗拉汽车使用直接点火系统(DIS)。DIS是单缸点火系统, 其中每个气缸有一个点火线圈, 火花塞连接在各个次级绕组的末端。次级绕组中产生的高电压直接作用到各个火花塞上, 火花塞产生的火花通过中央电极到达搭铁电极, ECM确定点火正时并向每个气缸发送点火信号(IGT)。ECM根据IGT信号接通或关闭点火器内的功率晶体管电源, 功率晶体管进而接通或断开流向初级线圈的电流。当初级线圈中的电流被切断时, 次级线圈中产生高压, 此高压被施加到火花塞上并使其在气缸内部产生火花。一旦ECM切断初级线圈电流, 点火器会将点火确认信号(IGF)发送回

ECM, 用于各气缸点火(见图3)。

## 三、卡罗拉发动机故障码故障诊断注意事项

### 1. 出现的故障码不一定是真故障

汽车自诊断系统的应用, 能及时发现故障并进行故障维修。“汽车医生”通过解读故障代码, 大多能判明故障可能发生的部位和原因。然而, 在对汽车进行维修时, 不能仅靠故障代码寻找故障, 因为故障代码并不一定是汽车的真实故障, 有可能是历史性故障码或间歇性故障码等, 所以在对电控汽车进行维修时还要进行综合的分析判断, 要结合汽车故障现象来寻找故障部位。

### 2. 出现故障码需进行信号判断

汽车控制系统各个元件是否有故障, 往往会以数字代码的形式显示。在维修时, 一旦有故障码出现, 就要查询故障码显示的信号是什么, 是否正常, 然后根据检测的数值与标准数值进行对比分析以查找故障原因。

### 3. 出现错码或相关码时需进行正确判断

由于发动机工况故障现象相似, ECM检测失误时, 自诊断系统可能显示错误的故障码。为此, 对这类故障进行诊断分析时, 应与发动机的实际故障症状进行综合诊断后再进行正确的维修。

假设卡罗拉发动机有2个故障症状: ①冷车不好启动, 热车启动正常; ②有时发动

机突然熄火。

此次试车前读取故障码时, 有3个故障码: ①故障码1, 发动机冷却液温度传感器; ②故障码2, 凸轮轴位置传感器间歇性故障; ③故障码3, 进气温度传感器。

试车中, 冷车不易启动的故障依然存在, 但有时发动机突然熄火的故障没有发生。

再次读取故障码时, 只有一个故障码即故障码1, 因此, 故障码1是当前故障码。由于前一次读取故障码时故障码1已经存在, 所以故障码1也是持续性故障生成的故障码。冷车不易启动、热车启动正常的故障症状与故障码1发动机冷却液温度传感器有关, 所以故障码1是相关性故障码。

对于第1次读取的故障码2和故障码3, 在此次试车前就存在了, 所以这两个故障码是历史故障码。有时发动机熄火的故障与故障码2凸轮轴传感器是相互关联的, 因此, 故障码2是间歇性故障生成的相关性故障码。而故障码3与两个故障症状都没有直接的联系, 那它就是错码, 是未及时清除的历史故障码。

### 4. 应有故障码没显示出来

当某种原因致使汽车元件灵敏度下降、输出特性偏移时(比如传感器没有完全失效), 自诊断系统就不能检测出故障码。尽管汽车确有故障表现出来, 但汽车自诊断系统却输出了“系统正常”的代码且故障指示灯不闪烁, 此时维修人员就应根据汽车的故障现象进行分析判断, 从而对汽车元件单体进行针对性检测(如数据流等), 以便找到并排除元件故障。

### 5. 故障码的读取

汽车故障码往往通过人工或专用解码器来读取, 所以, 在读取时要按相应的操作程序进行操作, 以免损坏零部件。同时还要注意, 厂家不一样, 往往读取故障码的方法也不尽相同。

随着电控技术的快速发展, 特别是OBD-II、OBD-III规范的普遍应用与性能的强大, 未来的汽车必将以更多的故障码形式来显示汽车故障, 这给“汽车医生”诊断汽车故障提供了极大的方便。因此, 熟练地掌握电控系统的故障码故障诊断技术, 将会给我们的日常生活带来更多的便利。M

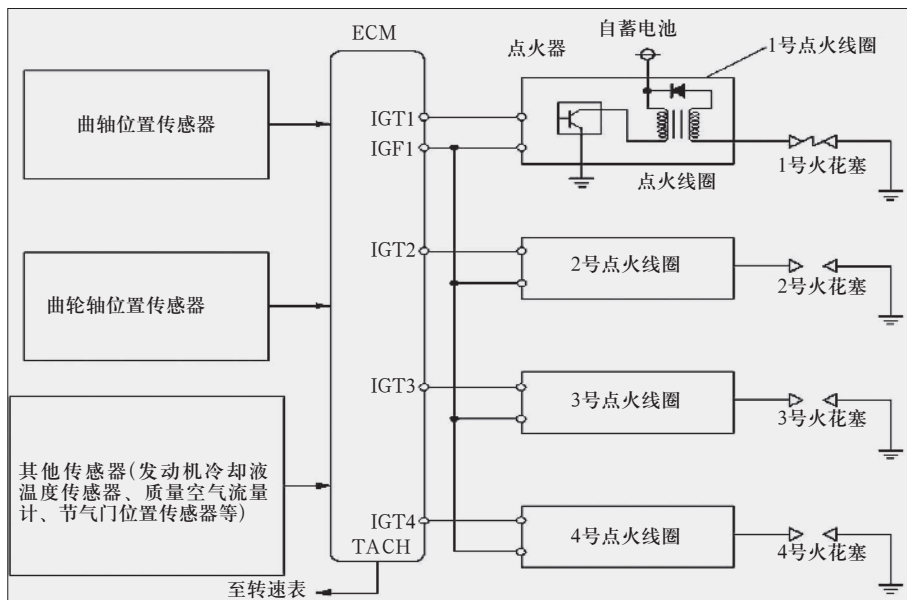


图3 带点火器的点火线圈电路