

电控汽油发动机数据流分析系列

正确理解电控汽油发动机进气量与喷油量的关系(中)

◆文/山东 焦建刚 徐刚



焦建刚

(本刊专家委员会委员)

现任济南东方优速特汽车服务有限公司技术总监、山东交通学院客座教授、山东汽车维修技术总监俱乐部主任、济南市汽车维修首席技师工作站副站长。2009年至今,担任全国中职院校汽车运用专业技能大赛裁判。在汽车发动机理论、汽车运用工程等汽车理论方面有一定造诣,对当代汽车故障诊断以及电子控制系统波形有较深入研究。擅长汽车构造、汽车电器、发动机及底盘电控系统的教学及研究工作。

(接2014年第11期)

三、发动机数据流分析

了解了发动机进气量与喷油时间、燃油修正系数之间的关系,我们就可以对数据流中的相关数据进行分析了。

对于不同排量的发动机来说,虽然呈现出随发动机排量增加,相同转速下,发动机进气量数据增大的特点,但由于喷油器特性值随排量不同而变化,所以,我们能看到其基本燃油喷射时间基本相似的特点。如果我们看到一部发动机进气量在厂家提供的标准数据范围内,而喷油时间过大的情况时,就要考虑是否发生了喷油器堵塞或燃油泵压力降低的情况。当然,这时候一定要观察相应的短期燃油修正值与长期燃油修正值,如果长期燃油修正值为正值,并且超过10%,即表明燃油系统出现了故障。如果燃油值接近或达到25%,同时伴随有混合气稀的故障码,说明燃油系统存在较严重的故障,需要进行维修。

如果出现了进气量偏大、喷油时间过长的情况,同时,燃油修正值为负值,且超过-10%时,则说明出现了混合气过浓的故障。其原因需要从机械、燃油、点火、传感器信号等方面来考虑。这是因为,这几个方面均有可能导致进气量偏大的情况。比如,当发动机汽缸压力降低时,由于进入汽缸的混合气燃烧做功后,无法输出足够的发动机功率,这时候发动机的负荷就会增大,为了维持发动机的转速稳定,就只有开大节气门、提高进气量、通过进入汽缸混合气数量的增加来达到维持输出功率不变的目的。虽然,发动机转速稳定了,但此时节气门开度增大了、进气量数据变大了、喷油时间增加了、发动机的负荷增大了。这样,我们大家去观察数据流时,就会发现相应数据增大的情况。

以上海大众时代超人AJR发动机出现空气流量传感器偏离特性,检测的进气流量超过实际进气量时为例,其相关数据列于表2。

表2 空气流量传感器偏离特性时的相关数据

检测项目	空气流量传感器数值/(g/s)	节气门开度/(°)	实际喷油脉宽/ms	λ传感器(V)	混合比λ控制/%
正常数据	2.8~3.8	3~5	1.65~2.1	0.1~0.9	-10~+10
实测值	4.8	6	2.6	0.8	-25

对照原厂的技术要求,如果实测数据在正常数据范围内变化时,基本可以认定系统工作正常。接下来,我们看实测值的数据显示。其中,空气流量传感器的值为4.8g/s,已经超出了正常的范围(以前维修中,曾经检测到此数值为11g/s的数据),对于正常的发动机,实际的进气量可能不超过3g/s,多余的1.8g/s进气量就会被发动机控制单元计入进气量的计算,实际喷油量就会超出正常值。这里,我们观测到喷油量在2.6ms,也大于正常值。喷入汽缸的燃油多于进入的空气量,这就导致发动机混合气过浓,由于混合气燃烧不完全,废气中氧原子含量减少,λ传感器显示的数值就会较高。发动机控制单元根据λ传感器的反馈信号,进行混合比λ控制,也就是说,发动机控制单元要逐步地减少喷油量,以达到使混合气恢复到正常范围的目标。

在该案例中,我们注意到,除了进气量较大、喷油量较大外,还伴随着节气门开度比正常值大的情况。这是什么原因导致的呢?

实际上,我们根据数据分析,可以得出实际进气量也有所增加的结论。因为,由于空气流量计的错误信号,导致喷油量较大,进入汽缸的混合气过浓,致使汽缸内燃烧做功产生的驱动力小于活塞下方的运行阻力,发动机出现怠速转速降低的情况。此时,为了保证发动机怠速稳定,电脑只有增加进入汽缸的混合气总量,由此来补偿由于混合气过浓、燃烧速率降低所导致的驱动力下降的情况。换句话说,其实是用大量的品质不良的混合气来起到弥补发动机驱动力不足的问题。由于实际进气量的增加需要通过节气门来实施,因此出现了节气门开度超过正常范围的数据。

实际维修作业中,在针对节气门积炭进行清洗作业后,在节气门位置没有重新设定前,会出现实际进气量偏大的情况,此时,很多车辆会出现发动机怠速转速过高的情况。当怠速转速超过1800r/min时,经常会触发电脑内部设定的怠速燃油切断功能,因此,大部分车型会出现发动机怠速转速波动的情况,这也是比较常见的故障现象。

在不同车型上,电脑对喷油量控制、发动机转速

控制的方式会有很大不同。下面我们以别克英朗清洗节气门后的特殊情况为例进行分析。以图6~9为例, 发动机转速达到接近1000r/min, 进气量达到8.96g/s, 节气门开度达到16.3%, 喷油时间为5.81ms, 发动机负荷为59.2%, 出现发动机怠速转速高于正常怠速、加速迟缓、动力不足的故障。



图6 数据流测试1

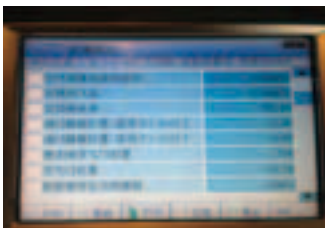


图7 数据流测试2

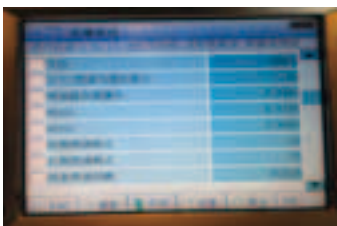


图8 数据流测试3



图9 数据流测试4

同时, 该发动机在运转一段时间后, 还伴随有排气歧管烧红的故障现象。车主反映, 车辆以前没有发现异常, 就是近期进行了发动机的保养作业后出现故障。那么常规的保养作业为何会导致发动机出现性能严重变差的故障呢? 对于这个问题, 我初期也非常不解。如果单独对前述的数据流进行分析, 得到的结论可能是空气流量传感器严重偏离特性, 由于进气量信号过大, 导致电脑控制的喷油时间过长, 使混合气过浓, 发动机燃烧速率放缓, 发动机功率下降。但是当按照这个思路进行排查时发现, 当按下节气门前方的进气软管, 人为将进气量控制在正常范围时, 喷油器喷射时间略有降低, 但发动机出现了抖动现象, 此时的短期燃油修正值突然上升, 喷油器的喷射时间又恢复到了6ms左右, 这样的结果, 使我非常迷惑。

进一步对数据流中的短期燃油修正值及长期燃油修正值进行观察, 发现其值分别为-1%和-7%, 说明怠速时, 混合气是处于正常混合比范围内的, 而人为漏气时, 其值为正值, 且上升到25%的极限值, 说明此时的氧传感器工作正常, 更说明此时的进气量信号也是实际的进气量。再次对数据流中的数据进行检查, 突然发现点火正时的数据为 -16.8° , 这太不可思议了, 点火正时居然延迟到了上止点之后, 这在常规点火正时控制中是不可能出现的, 如果点火正时这样迟, 发动机的功率会严重下降。

到底是什么因素导致进气量、喷油量、点火正时严重偏离正常范围呢? 答案就是清洗节气门后, 没有对其进行匹配。该发动机控制系统的控制方式比较奇特, 由于积炭导致的节气门开度过大, 发动机电脑记忆的初始节气门位置就会过大, 在针对节气门进行清洗作业后, 如果没有进行节气门初始化的话, 其节气门开度不会自动减小, 这样

就会使通过节气门的进气量过大, 相应的喷油量也会过大, 这就会导致清洗后的短时间内发动机转速急剧增加, 达到2000r/min左右。但由于此时的加速踏板位置信号处于全闭状态, 电脑又不允许出现转速过高的情况, 如果是常规发动机, 此时会出现急速燃油切断, 导致发动机转速上下严重波动, 但该发动机控制系统没有这样来进行控制, 而是在不改变节气门开度的情况下, 通过改变点火正时, 推迟点火提前角, 使大量的混合汽在燃烧做功行程的末期进行燃烧。这样虽然保证了混合汽的完全燃烧, 但降低了发动机汽缸内产生的驱动力, 带来的后果是过量的高温废气进入排气歧管, 使其烧红。

而从数据流中, 我们看到的是进气量、喷油量、节气门开度过大, 点火提前角过于延迟, 但燃油修正值在正常范围内的奇怪数据。

理论上, 对于发动机燃油控制系统来说, 喷油量是围绕着进气量为核心来进行控制的, 喷油量的多少是以此时发动机所需要的空燃比来进行控制的。但如果这一核心出现了问题, 即进气量出现了过大或过小的情况时, 电脑则依据排气中氧浓度的多少来对此作出纠正(燃油修正), 以使发动机工作所需要的空燃比在一定可控范围内, 来保证发动机内部燃烧正常进行, 从而既保证发动机输出功率足够, 又可以保证尾气排放不发生超排放的问题。

但事实上, 由于燃油修正的范围有限, 导致很多时候实际的燃油喷射量超出可以控制的范围, 使混合汽出现过浓或过稀, 进而在燃烧过程中出现不完全燃烧的情况, 使发动机运行性能不良, 促使大量的HC或CO产生, 造成尾气排放不良。为了解决这一问题, 发动机电脑有时会通过改变节气门开度或点火提前角来对这一情况进行修正, 但此修正的范围, 只能发生在发动机稳定工况, 且其调整范围不大。

综合以上情况, 针对诊断过程中发现的数据流, 尤其是进气量信号、节气门信号、喷油量信号, 我们可以进行如下分析。当出现进气量信号数据过大时, 我们首先要观察的是发动机转速数据是否正常, 如果发动机转速正常, 则应进一步观察喷油器喷油时间的数据, 如其数据过大, 这时候就要看节气门开度信号了。如节气门开度正常或略增大, 同时伴随有燃油修正值为负值时, 则故障原因为空气流量传感器性能偏差, 出现了实际进气量正常, 但传感器数据偏大导致电脑控制的喷油量偏大, 混合汽过浓的情况。如出现进气量信号数据过小时, 发动机转速正常, 则应进一步观察喷油器喷油时间的数据, 如果喷油器数据在正常范围, 结合此时的燃油修正值为正值(增加喷油量), 则应再观察节气门开度信号, 看其是否正常。如正常, 说明节气门前方存在泄漏、空气流量传感器由于脏污导致信号偏低或者偏离特性。此时, 可以用人为减少空气流量计旁进气截面积的方式, 来控制减少实际进气量, 通过观察到的短期燃油修正值为正值, 长期燃油修正值逐渐减小的情况, 判断出空气流量计信号出现过小偏差故障。如节气门开度过小, 则说明节气门后方存在漏气的故障, 此时应结合进气歧管真空度检查来确定是否漏气。(未完待续)M

(作者焦建刚工作单位: 济南东方优速特汽车服务有限公司; 作者徐刚工作单位: 山东交通学院)