

行驶中加速无力

故障描述:

一辆 2004 年款宝马 E66760Li 轿车, 用户反映发动机怠速抖动, 行驶中加速无力, 最近又出现了发动机起动后有汽油味的情况。

故障诊断:

- 1). 接车后, 笔者首先向用户了解此车在故障出现前后是否有异常情况。用户反映, 前一段时间因为当地台风的原因, 导致此车部分进水。当时将水处理干净后没有出现故障, 使用一段时间后就出现了各种各样的故障, 但后来大多都修好了, 只有发动机故障一直没有修好。在其他修理厂清洗了节气门, 更换过点火线圈和火花塞也都没有解决问题。
- 2). 此车搭载了 N73 发动机, 这是一款技术含量很高的发动机, 12 个气缸呈 V 型结构排列, 每缸 4 气门, 采用了电子气门全变量气门控制技术(Valvetronic)以及燃油直接喷射技术。



N73 发动机的燃油直接喷射系统(图 1)

- 3). N73 发动机的燃油直接喷射系统(图 1), 喷油器的喷嘴位于燃烧室内, 靠近进气门, 每列气缸的喷油器安装在同一根油轨上。每列气缸的油轨由 1 个高压泵提供高压燃油, 高压泵由排气凸轮轴驱动。高压泵将来自电子燃油泵的燃油加压, 使燃油压力提高到 5~12MPa, 被压缩的燃油通过高压油管到达油轨, 然后到喷油器, 喷油器由 DME 发动机控制单元根据相关传感器的信号来控制。因为加压后的燃油压力非常高, 所以在一般维修厂, 常规的燃油压力表无法用来测量高压管路的燃油压力。而且从维修手册上可知, 喷油器的控制电压

在 85~100V 之间，所以通用的汽车示波器很难用于此处测量，喷油时间一般只能使用故障诊断仪来查看。

- 4). 首先连接宝马原厂故障诊断仪 GT1，选择菜单中的 7 系 E65 项目(因为 GT1 菜单中不提供 E66 项目，E66 与 E65 只是长轴车型与短轴车型之分)，故障诊断仪自动识别车型后进入全车电控系统检测，检测到很多故障码，因为无法识别真假故障，于是记录下故障码后全部清除。此车有 2 个 DME 发动机控制单元，DME-1 是 1~6 缸的发动机控制单元，DME-2 是 7~12 缸的发动机控制单元，在查询 DME-1 的故障码时显示 2 缸工作不良的故障码，清除故障码后再次起动车，此故障码再次出现。



2 缸的数据异常(图 2)

- 5). 查看发动机数据流，其中主要数据如下：空气流量信号 15kg/h；油轨压力 3.0MPa；燃油喷射时间 1.89ms；加速踏板信号 1 为 0.72V，加速踏板信号 2 为 0.36V。通过与标准数据流比较后发现，空气流量信号稍大，燃油喷射时间也稍长。继续查看数据流发现了问题，2 缸的运行不稳定数值已经达到 5.10(图 2)，而其他气缸的数值却接近 0，这说明 2 缸明显工作不良。将发动机右侧的进气软管拆下，看到 2 缸的点火线圈上还贴有很新的标签，这说明是刚换过，为了可靠起见，笔者又更换了 1 个工作正常的点火线圈和火花塞进行试验，结果 2 缸仍然不工作(在此需要提醒维修人员注意，笔者在维修宝马车时经常遇到一些修理厂新更换的点火线圈是坏的)。继续使用故障诊断仪检测 DME-2 发动机控制单元，其中存储了 8 缸工作不良的故障码，从数据流中可以看出 8 缸的运行不稳定数值已经达到了 1.93(图 3)，检查 8 缸的点火线圈和火花塞也是刚换过。



8 缸的数据异常（图 3）

- 6). 根据维修经验，导致发动机整体工作不良的原因可能涉及到多个系统，但是导致 1 个或几个气缸不工作的原因应该不多。首先分析燃油系统，因为故障诊断仪上显示的油轨压力为 3.0MPa，这说明压力正常，而且不应该出现个别气缸油压过低的情况，喷油器由发动机控制单元控制工作，发动机控制单元出问题的几率很低。另一方面，如果是个别气缸的喷油器线路有问题，系统内应该存储喷油器线路短路或断路的故障码。至于点火系统，宝马车系的点火系统的控制线路工作是比较稳定的，很少有问题，只是点火线圈和火花塞有时候会出问题，而且笔者用试灯检测 2 缸的点火线路部分，起动发动机时试灯可以闪烁，这说明点火线路基本上是正常的。
- 7). 接下来应该检查气缸压力了。此车如果不拆卸进气歧管就无法测量气缸压力，但是用户担心维修人员不熟悉发动机的结构，不允许拆卸进气歧管。笔者想起用户说过有时候起动时有汽油味，由于刚才检查时已经拆卸过燃油管，已经有很重的汽油味了，于是决定第二天再检查。第二天一早，起动发动机，确实有一些汽油味，但是查看外围的油管并没有发现泄漏的地方，如果有泄漏就应该是进气歧管下面的油管漏油了。因为笔者对 N73 发动机的结构很了解，可以确定如果不拆卸进气歧管就无法继续检查故障，于是说服用户允许拆卸发动机进气歧管。拆下进气歧管后，发现 2 列气缸之间的燃油管有些渗油（图 4），但并不严重。为什么油管漏油了故障诊断仪上显示的燃油压力还是正常的呢？笔者认为应该是泄漏得很少，高压泵进行了压力补偿，所以从数据流上没有看出问题。



N73 发动机图 4

- 8). 因为在用户感觉到此车有汽油味之前发动机就存在怠速抖动的故障，所以怠速抖动应该还有其他原因。由于只有 2 个气缸工作不良，所以空气流量计、氧传感器以及水温传感器等部件就不需要检查了，而应该重点检查是否有漏气的部位和气缸压力是否正常。

- 9). 笔者这时注意有 1 根曲轴箱废气循环管没有插, 这样会导致发动机怠速不稳, 这个情况如果不拆卸进气歧管是不容易发现的。测量了各缸压力均正常, 检查 2 缸和 8 缸处进气歧管的密封性, 虽然进气歧管的固定螺栓很紧, 但是从歧管密封垫挤压的痕迹能看出有轻微的泄漏。
- 10). 更换泄漏的燃油管, 安装好废气循环管, 并更换了进气歧管密封垫, 起动发动机, 从故障诊断仪的数据流中可以看出各项数值正常, 试车发现故障彻底排除。在后来的维修工作中, 笔者又发现了几例因为进气歧管密封垫漏气导致发动机怠速抖动的宝马轿车, 包括搭载了 N62 发动机的 745i 轿车, 希望维修人员引起注意。

维修总结:

此车虽然是由于几个故障原因引起的多个故障现象, 但是直接导致 2 缸和 8 缸工作不良的原因是进气歧管密封垫漏气, 如果此故障出现在常见的车型上, 应该是比较容易排除的。但是对于采用了直接喷射系统的发动机来说, 之前的维修人员因为不了解其工作原理, 也不熟悉 N73 发动机的具体结构, 所以不敢进行拆装检查, 也就失去了排除故障的机会, 同时导致了用户对维修人员的不信任。此例故障引起了笔者的思考, 笔者建议维修人员不但要重视对车辆电控系统的学习, 同时也要重视对具体机械结构拆装的学习, 否则遇到故障就容易出现不敢下手的情况。