

上海大众帕萨特发动机故障灯亮

◆文/河南 黄瑞才

故障现象

一辆2011年生产的上海大众全新帕萨特(NMS)汽车, 配备EA888型1.8TSI缸内直喷发动机和7挡DSG变速器, 车辆累计行驶26000km, 因发动机故障灯亮到本店检修。

故障诊断与排除

接车后, 首先使用大众汽车诊断仪器VAS 5051B对发动机电控单元进行自诊断检查, 读取故障码为00136, 含义是燃油油轨/系统压力过高。清除故障码后启动发动机, 在发动机运转约10min后故障灯再次点亮, 读取故障码依然是00136。输入通道号140, 读取发动机怠速运转时数据块, 第140区第3组燃油油轨压力为61.09bar(1bar=10⁵Pa), 发动机高压油轨压力偏高, 正常数据约为40bar左右。那么是什么原因造成发动机燃油油轨压力偏高并导致发动机控制单元存储故障码呢? 有必要先简单了解一下EA888型1.8TSI发动机燃油供给系统工作原理。

EA888型1.8TSI发动机采用燃油缸内直接喷射技术, 为了保证燃油顺利的喷入发动机汽缸内, 发动机燃油供给系统需要提供很高的燃油压力。发动机怠速运转时油轨内燃油压力约为40bar, 随着转速的增加及负荷的改变燃油压力最高可以达到150bar左右。燃油供给系统主要由电动燃油泵、第二代机械式高压油泵、高压油轨、高压燃油喷嘴、燃油压力传感器及相关燃油管路构成。位于燃油箱内的电动油泵负责向机械式高压燃油泵供给燃油, 高压燃油泵安装在发动机缸盖后端, 由发动机排气凸轮轴末端四边形凸轮驱动高压油泵的活塞。第二代机械式高压燃油泵输出的燃油量及燃油压力大小与油泵活塞上行时泵内油腔的进油阀门关闭时刻有关, 发动机电控单元通过高压油泵上的电磁阀控制

进油阀打开或关闭, 油泵活塞上行时电磁阀通电越早油压越大。燃油压力传感器安装在高压油轨上, 发动机电控单元通过燃油压力传感器检测高压油轨内燃油压力, 并根据此信号计算高压油泵电磁阀通电时刻, 从而控制油轨内燃油压力在一个合适的范围内。

了解燃油供给系统工作原理后, 开始对燃油供给系统进行检查。将燃油压力表接入低压燃油管路中, 测得燃油压力为6.8bar, 符合正常数值。连接大众汽车诊断仪器VAS 5051B读取发动机电控单元140区第三组高压燃油压力数据。启动发动机并反复加减速试验, 此时燃油压力在62~159bar之间变化。在发动机怠速运转时, 拔掉高压油泵电磁阀2针插头, 由于电磁阀不通电, 此时高压油泵内油腔进油阀处于常开状态, 高压油轨内燃油压力应该约等于低压燃油压力。经过观察油轨压力数据为7bar, 符合要求, 基本排除高压油泵故障的可能, 同时也说明燃油压力传感器及相关线路没问题。检查高压油泵电磁阀与发动机电控单元之间的线路也未发现线束破损及断路/短路现象。通过观察分析发动机电控单元第32区燃油修正(Lambda)学习值数据, 基本排除高压燃油喷嘴堵塞的可能。

基础方面的检查都已经做完, 但是没有发现问题, 那么故障点到底在哪里? 会不会是发动机控制单元有问题? 既然高压油轨内燃油压力与油泵活塞上行时泵内油腔的进油阀门关闭时刻有关, 那么还需要对发动机电控单元控

制高压油泵电磁阀通电时刻进行检查。

使用VAS 5051B引导性功能读取发动机怠速时数据流, 第140区第1组数据油量控制阀关闭角度为11.2°, 对比正常车辆, 本组数据应为30.8°。故障车辆的油量控制阀关闭角度小于正常值, 即发动机电控单元控制高压油泵电磁阀通电时刻延迟, 而燃油油轨压力却偏高, 这是不符合常理的地方。综上检查, 假设有二: 一是发动机曲轴与凸轮轴之间正时错乱, 即曲轴转角提前于凸轮轴转角, 虽然发动机电控单元于曲轴角上止点前11.2°时控制进油阀关闭, 但由于凸轮轴的转角已经滞后, 此时才转动到相当于曲轴角上止点前32°的位置, 如此导致油压偏高, 二是凸轮轴末端四边形凸轮变形导致高压油泵活塞行程加大。

EA888型1.8TSI发动机正时采用链条传动, 而且正时链条的标记检查比较麻烦, 因此决定使用示波器采集发动机曲轴位置传感器(CKP)与凸轮轴位置传感器(CMP)的信号波形并进行对比, 以验证发动机正时机构是否有问题。

连接VAS 5051B, 调出测试工具示波器功能, 启动发动机并怠速运转, 采集发动机CKP与CMP的信号波形, 发现CKP与CMP的信号波形不一致(见图1)。正常车辆怠速

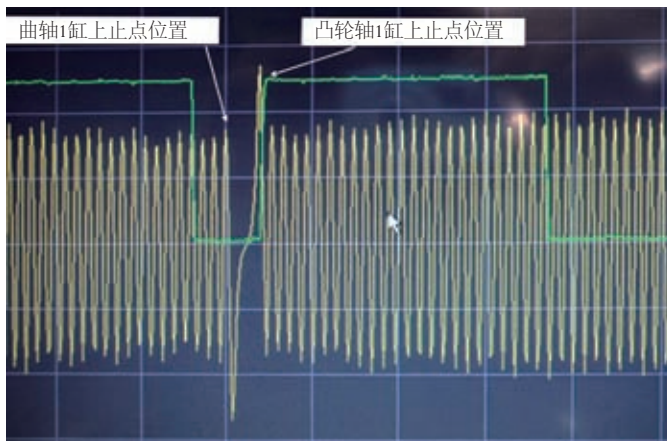


图1 故障车辆的CKP与CMP波形

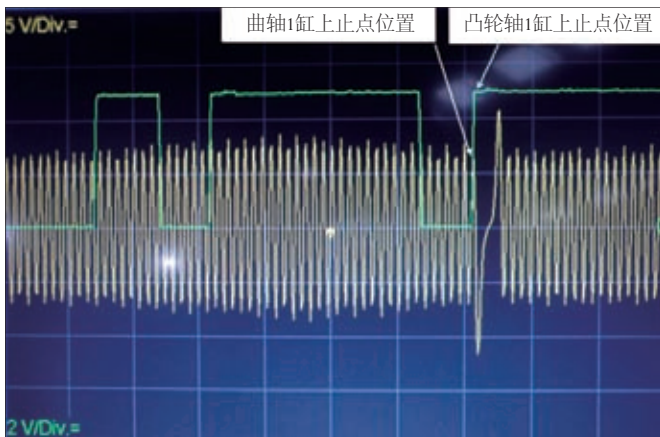


图2 正常车辆的CKP与CMP波形

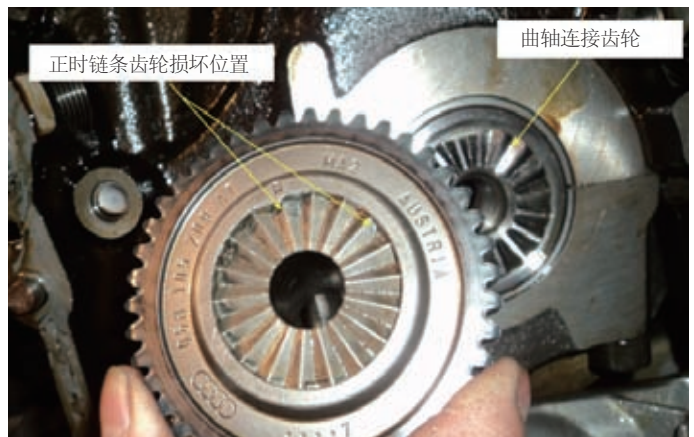


图3 曲轴正时链条齿轮

运转时, CKP与CMP的信号波形1缸上止点位置应该重合(图2), 由此判断发动机正时机构有问题。在准备拆卸发动机正时链盖板做进一步检查时, 发现正时链盖板有拆装过的痕迹, 询问车主得知该车曾发生碰撞事故, 在一家修理厂更换了正时链盖板和正时链条涨紧器。

拆卸发动机上、下两部分正时链盖板(注意在拆卸下部正时链盖板时需要先拆卸曲轴皮带轮, 拆下曲轴皮带轮后必须立即使用压力板T10368套在曲轴皮带轮的螺栓上并再次拧入螺栓, 压紧发动机曲轴正时链

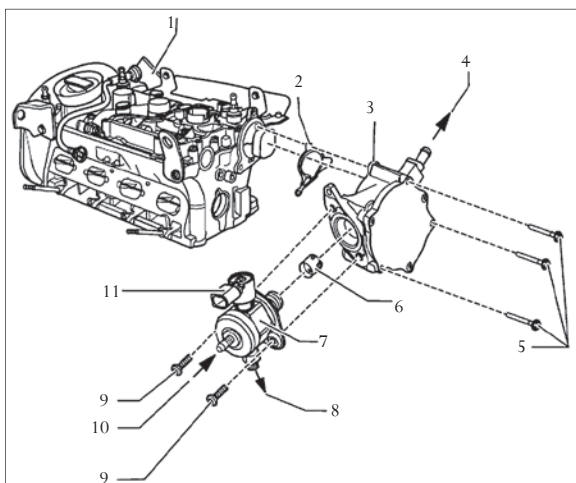
轮, 否则, 极易造成配气相位改变及损坏传动齿轮等情况)。持续转动曲轴, 当转动到两个凸轮轴链轮正时标记与正时链条有色链节对齐啮合时, 观察曲轴正时链轮正时标记与正时链条有色链节的位置竟然也对应啮合。继续拆卸检查发动机正时机构, 终于发现问题为曲轴正时链轮与曲轴的安装位置错乱, 齿轮已经损坏(图3)。推测由于该车在修理厂更换正时链条涨紧器时, 由于没有使用压力板T10368压紧曲轴正时链轮, 导致曲轴正时链轮与曲轴连接处齿啮, 从而位置错乱。

更换损坏的曲轴正时链轮, 然后按照EA888型发动机维修手册步骤装配发动机。车辆装复后多次试车, 发动机故障灯未点亮, 读取数据流一切正常。

维修小结

在汽车维修工作中, 无论遇到什么样的故障, 都要先弄清楚故障系统的工作原理, 在维修前形成一个清晰的诊断思路。维修时, 围绕故障系统的工作原理和特点, 选用合适的工具及方法逐一进行排查, 发现疑点并进行深入检查时要有根据, 做到有的放矢。

专家点评——焦建刚



1-汽缸盖 2-密封垫 3-真空泵 4-通往制动助力器
5-螺栓(拧紧力矩8Nm) 6-轴套(机械式单活塞高压泵, 有可能在拆卸后卡在真空泵内, 可以被取出) 7-机械式单活塞高压泵
8-通往燃油分配器 9-螺栓(拧紧力矩20 Nm) 10-来自燃油箱
11-燃油压力传感器N276

图4 EA888型1.8TSI发动机燃油系统结构示意图

本故障的难点不是高压油路压力故障的检测问题, 而是造成油压过高的原因分析。从本文作者的论述中我们可以了解到该车型燃油系统的基本工作方式, 机械式高压燃油泵输出的燃油量及燃油压力大小与油泵活塞上行时泵内油腔的进油阀门关闭时刻有关, 发动机电控单元通过高压油泵上的电磁阀控制进油阀打开或关闭, 见图4。

油箱中装有一个电动燃油泵, 它用约4bar的压力将燃油输送到机械式单活塞高压泵中。安装机械式单活塞高压泵时请注意不要让污染物进入到燃油系统中。燃油系统必须是无高压的, 在打开高压喷射装置前须遵守工作步骤, 燃油管路必须无应力安装(消除燃油压力, 发动机维修手册修理组4), 机械式单活塞高压泵(拆卸和安装, 发动机维修手册修理组24)。

本案例从理论上来说确实是属于比较难以排查的故障, 但作者显然对TSI缸内直喷发动机的工作原理非常熟悉, 同时具备丰富的维修经验。在示波器使用方面也有着一定的造诣, 所以发现故障点并排除故障就理所应当了。希望作者以后的工作中多发类似的好文章以臻读者, 同时也建议在原理方面多配些图片, 让平时没有机会接触先进控制技术的人员有一个直观的感官印象, 这样的话才能起到让所有技术人员均受益的效果。M