

# 奥迪 Q5 汽车经常抖动故障诊断分析

徐安

(广东省交通运输高级技工学校, 广东 佛山 528000)

**摘要:** 针对某奥迪 Q5 汽车 CAD 2.0TSI 发动机抖动故障反复出现的问题, 通过相关部件检查及各种检测数据对照, 确定产生故障的原因为混合气过浓; 根据燃油压力静态时下降的情况, 判断导致混合气过浓的原因为 2 缸喷油嘴泄漏, 进而提出了更换 4 个喷油嘴的维修方案。

**关键词:** 汽车; 发动机抖动; 故障诊断; 奥迪 Q5

中图分类号: U472.4

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)05-0006-03

## 1 车辆状况

某 2013 年款奥迪 Q5 汽车, 装配 CAD 2.0TSI 型发动机、0B5 双离合变速箱, 行驶里程为 8 万 km。车主反映该车抖动, 废气灯报警。维修技师接车后确认故障存在, 用诊断仪读取发动机控制单元, 存储气缸 3/4 不发火故障码; 读取每 1 000 转失火数据块, 3/4 缸存在失火; 对调点火线圈和火花塞, 故障不转移; 测量四缸缸压, 均为 1 000~1 100 kPa。据此判定为喷油嘴故障, 更换 3 缸和 4 缸喷油嘴后试车, 汽车运转正常。

次日, 客户反映该车再次出现发动机抖动和废气灯报警现象。维修技师检测发动机控制单元, 存储不发火故障码, 但读取每 1 000 转失火数据却发现 1/2 缸存在失火。经过一系列检查后, 判定仍为喷油嘴故障, 又更换了 1/2 缸喷油嘴。换完后读取

失火数据块, 变成 4 个缸都存在不同程度的失火, 维修陷入困境。维修技师决定按照一列缸失火思路进行排查, 检查发动机正时、三元催化是否堵塞、燃油压力、进气系统是否漏气等, 先后更换了正时链条、燃油高压泵及进气歧管等部件, 故障仍未排除, 于是向笔者求助。

## 2 检测思路分析

听完维修技师的描述, 笔者认为其诊断思路中规中矩, 但对发动机电控部分理解还不够深刻, 导致遗漏了关键点。为此, 重新梳理检查思路。

首先观察故障现象, 怠速时车辆存在明显抖动感, 加油至 2 000 r/min 以上时抖动感消失, 车辆运行平稳。连接诊断仪, 发动机控制单元中检测到不发火故障码, 继续读取发动机中主要数据块检测结果, 结果见表 1。

表 1 发动机数据流检测结果

数据块编号	含义	检测结果
IDE00604	混合气形成短期匹配(气缸列 1)/%	-25
IDE00597	混合气形成长期匹配(气缸列 1)/%	-35
IDE00025	冷却液温度/°C	100
IDE00347	空气质量(实际值)/(g·s <sup>-1</sup> )	2.4
IDE00349	节气门位置(标准化)/%	2.0
IDE00559	气缸列 1 氧传感器 1(宽频带传感器)数值	0.99λ
IDE00182	气缸列 1 进气凸轮轴调节相位/(°)	0.15
IDE01773	不发火累加器	24
IDE01775	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 1)/次	0
IDE01776	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 2)/次	4
IDE01777	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 3)/次	5
IDE01778	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 4)/次	15
IDE00148	平均喷射时间/ms	0.650
IDE00589	燃油压力/kPa	3 800

从每 1 000 转的燃烧中断次数可看出,发动机 2、3、4 缸都存在不同程度的失火。为分析导致其失火的原因,对其他数据流进行分析:1) 空气质量和节气门开度由于车辆抖动一直处于跳变状态,但数据基本正常(奥迪 2.0T 发动机怠速时进气量为 2.4 g/s,节气门开度不大于 3%),暂不予考虑。2) 气缸列 1 进气凸轮轴调节相位为  $0.15^\circ$ ,正常值为  $\pm 3^\circ$ ,正时不存在问题,暂不予考虑。3) 平均喷油脉宽为 0.650 ms,正常值约为 1 ms,说明发动机控制单元 ECU 缩短了喷油脉宽。4) 氧传感器数值为 0.99 $\lambda$ , $\lambda=1$  是理想状态空燃比数值,0.99 $\lambda$  数值是正常的,但混合气短期匹配/长期匹配数值远超过正常范围(短期和长期匹配应位于  $\pm 10$  之间),说明  $\lambda=0.99$  是氧传感器调校后才处于正常范围的。混合气短期/长期匹配是发动机控制单元中间计算数据,不是

发动机传感器直接提供的,它们是判断故障的重要参考数据。混合气短期匹配值根据氧传感器反馈数值生成,长期匹配值根据短期匹配变化趋势生成,若短期匹配已达到调整极限却仍无法将混合气调整到正常范围,则会转化为长期匹配继续调整。如果数值是正的,说明混合气稀,ECU 将增加喷油脉宽;如果数值是负的,说明混合气浓,ECU 将缩短喷油脉宽。短期匹配值在发动机熄火后会归零,而长期匹配值只有在清除故障码或断电后才会归零(大众/奥迪车系)。该车的匹配值是往负的方向偏大,同时 ECU 在缩短喷油脉宽,说明混合气过浓。

### 3 故障诊断

为分析导致混合气过浓的原因,清除故障码,使混合气调校值归零,重新读取数据流,结果见表 2。

表 2 混合气调校值归零后数据流检测结果

数据块编号	含义	检测结果
IDE00604	混合气形成短期匹配(气缸列 1)/%	-25
IDE00597	混合气形成长期匹配(气缸列 1)/%	0
IDE00347	空气质量(实际值)/(g·s <sup>-1</sup> )	2.4
IDE00349	节气门位置(标准化)/%	2.0
IDE00559	气缸列 1 氧传感器 1 数值	0.835 $\lambda$
IDE01773	不发火累加器	0
IDE01775	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 1)/次	0
IDE01776	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 2)/次	0
IDE01777	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 3)/次	0
IDE01778	每 1 000 转的燃烧中断次数(气缸 4)/次	0
IDE00148	平均喷射时间/ms	0.804

表 2 是调整过程中截取的,发动机运行一段时间后,混合气很快就调整为表 1 中的数值。清除学习值后,混合气长期和短期匹配值都归零,喷油时间变成 1 ms,但氧传感器数值居然为 0.6 $\lambda$ 。这时发动机抖动更加严重,很快 ECU 开始参与调节,短期匹配从零调整为 -25%,喷油脉宽变为 0.8 ms,发动机运转变得相对平稳,但仍在抖动,氧传感器数值变成 0.8 $\lambda$ ;ECU 继续调节,长期匹配也开始从零逐渐变为 -35%,喷油脉宽变为 0.6 ms,发动机运转趋于基本平稳,此时调节过程已达到极限,氧传感器数据维持在 0.99 $\lambda$ 。整个调整过程很短暂,只有十几秒。该调整过程为混合气浓 $\rightarrow$ 氧传感器数值检测为 0.6 $\lambda$ ,发动机抖动 $\rightarrow$ 缩短喷油时间 $\rightarrow$ 混合气变稀 $\rightarrow$ 氧传感器数值趋于 1 $\lambda$ ,发动机运转趋于平稳。故障

点可锁定为混合气过浓。

### 4 故障排除

混合气过浓是指燃烧室进气太少,燃油过多,可能原因有:喷油嘴泄压(已更换一套);高压泵漏汽油(已更换过);正时故障,缸压不足,进气量少(正时数据正常,缸压正常,排除);空滤至节气门管路泄漏,空气流量计检测进气量偏大,混合气浓(已排除);燃油压力高,喷油量大(高压数据正常,排除);传感器信号漂移,如空气流量计、水温传感器等(水温和空气流量正常,排除);发动机控制单元故障。

由于该车没有低压燃油压力传感器,首先用汽油表测量燃油低压压力,怠速时压力不足 200 kPa,2 000 r/min 时不足 250 kPa。该车采用燃油直喷系

统,低压压力可达 600 kPa。为确定抖动故障是否由燃油压力太低造成,接上清洗油路的吊瓶,将气压调整到 600 kPa,发现发动机仍然抖动,说明油压低不是导致抖动的原因。

重新测量缸压,各缸均为 1 000~1 100 kPa,正常。从数据流看,进气量、节气门开度均正常,不像是漏气造成的故障。这款发动机燃油部件仅喷油嘴,高压泵泄漏会造成混合气浓,如果是高压泵泄漏造成的,应该机油加注口处会有很浓的汽油味,然而经再三确认,机油加注口处并没有汽油味,看来问题还是出在喷油嘴处。拆下火花塞检查,当拆到 2 缸时,拿下火花塞一瞬间从缸内冒出一股白烟,有很浓的汽油味,并从 2 缸内发出“嘶嘶”声,怀疑是 2 缸喷油嘴泄漏发出异响。进一步验证喷油嘴是否泄漏,打开点火开关,让低压油泵工作,用诊断仪读取高压油压,约为 600 kPa(此时高压泵不工作,这是低压油压),5 min 内高压就降低到 200 kPa 左右,这从侧面证明燃油系统确实存在泄漏。反复操作点火开关,让油压升到 600 kPa 左右(低压和高压一致),同时用内窥镜观察 2 缸内,发现喷油嘴像花洒一样往外喷很细小的油滴,活塞顶部也存在点点干涸的油迹。至此,查明故障是由喷油嘴泄漏造成的。

维修方案:更换 4 个喷油嘴。

### 5 结语

维修技师更换的喷油嘴属于同一批次,均存在

不同程度泄漏。发动机闭环控制混合气,只有在超出混合气调校极限时才会表现出抖动,因此故障时好时坏。

维修完毕后测量低压燃油压力,怠速时压力值在 250~400 kPa 摆动,加油至 2 000 r/min 时则稳定在 350 kPa。可见,维修之前压力低是由喷油嘴泄漏造成的。

### 参考文献:

[1] 齐峰.汽车电控发动机构造与维修[M].北京:人民邮电出版社,2011.  
 [2] 杨永先.汽车故障诊断与综合检测[M].北京:人民交通出版社,2013.  
 [3] 谭本忠.看图学修汽车发动机电控系统[M].北京:机械工业出版社,2013.  
 [4] 解福泉.汽车典型电控系统构造与检修[M].第二版.北京:人民交通出版社,2013.  
 [5] 舒华,姚国平.汽车电子控制技术[M].第二版.北京:人民交通出版社,2010.  
 [6] 唐梦柔,李骏.本田发动机怠速抖动的故障检修及排除[J].公路与汽运,2012(5).  
 [7] 焦红莲,汪江,李光明,等.离合踏板抖动原因分析与控制[J].客车技术与研究,2015(1).  
 [8] 王素芳.发动机抖动故障诊断与排除一例[J].汽车维修,2005(8).

收稿日期:2017-06-13

(上接第 5 页)

### 4 结语

该文基于基准车型和基准轮胎开展轮胎选型,依照整车项目的目标值要求和实际需要对整车性能进行排序,作为轮胎选型中整车性能平衡的依据,并开展相应轮胎选型测试及评价,为选型过程中各性能的平衡提供准则,为整车性能开发提供依据。

### 参考文献:

[1] 朱晓,杨情操,许永斌.轮胎滚动阻力对汽车燃油经济性的影响分析[J].上海汽车,2016(7).  
 [2] 宗长富,郭孔辉.汽车操纵稳定性的主观评价[J].汽车工程,2000,22(5).  
 [3] 张进.跃进轻型汽车制动性和操纵稳定性的研究[D].南京:南京理工大学,2004.

[4] 陈囿园.试论轮胎性能对汽车制动性的影响[J].科技与创新,2015(20).  
 [5] 朱晓亮,卢生林,荣军,等.浅析轮胎配方变化对整车性能的影响[J].汽车零部件,2015(8).  
 [6] 胥永官.轿车轮胎操纵稳定性匹配研究[D].长春:吉林大学,2011.  
 [7] 鲍旭清,陈剑,程昊.汽车与轮胎 NVH 研究[J].轮胎工业,2007,27(9).  
 [8] 朱光海,于叶飞,涂名.客车轮胎的选型和使用[J].客车技术与研究,2008(2).  
 [9] 张健.载货汽车轮胎型号及装载质量选择的解析法[J].公路与汽运,2012(6).  
 [10] 沈法鹏,赵又群,赵洪光,等.非线性轮胎侧向力对汽车转向稳定性的影响[J].中国机械工程,2015,26(1).

收稿日期:2017-06-14