

发动机缺缸

故障描述:

一辆宝马 520i, 底盘型号为 E39, 发动机型号为 M52. VIN 码为 WBADM2J030GL15069。在启动发动机之后怠速抖动明显, 在行驶时加速性能明显不良。

故障诊断:

- 1). 原地运转发动机, 观察怠速运转状况, 在启动发动机后的 2min 内发动机运转得比较平稳, 随后抖动得越来越厉害。如果挂挡起步, 那么会明显地感觉到车身前后窜动, 这说明发动机输出扭矩严重不足。
- 2). 对发动机系统进行保养, 清洗喷油器, 更换燃油滤清器和火花塞。在拆卸火花塞的过程中, 发现 6 缸火花塞有些湿润, 电极颜色与其他汽缸火花塞不同。完成以上工作之后试车, 故障依旧。测量燃油压力, 在怠速工况下燃油压力为 800kPa, 远远高于 400kPa 标准值。拆下燃油压力调节器, 发现内部沉积了大量的泥垢, 清洗燃油压力调节器, 装复试车, 虽然燃油压力恢复为 400kPa, 但是故障症状没有任何改善。
- 3). 连接汽车故障诊断仪进行自诊断, 选择 5 系 E39 底盘车型, 点击“快速测试”键, 对全车电控系统进行扫描, 完成之后点击“控制模块功能”键, 选择“DME 数字式发动机电子控制系统 MS42”项目, 查询故障信息, 有多个故障码, 这些故障码内容与汽缸失火识别故障有关。执行故障码清除功能, 所有故障码都被清除掉。启动发动机, 5min 后重新进行故障诊断, 只剩下一个故障码, 内容如下: 6 缸出现点火缺失故障(故障码 P0306), 故障当前存在。
- 4). 结合前面 6 缸火花塞电极湿润的现象, 可以判定 6 缸工作不良是造成发动机怠速抖动的原因, 从而影响加速性能。在“诊断应答”功能菜单中选择“汽缸运行平稳性”测试项目。查看汽缸运行平稳性数据, 经过反复观察, 发现数据变化情况有规律可循。汽缸运行平稳性数据的变化状况见表 1-24。

表 1-24 汽缸运行平稳性数据的变化状况

汽缸	启动后 1min 内的汽缸运行平稳性数据	启动后 1-10min 的汽缸运行平稳性数据	怠速抖动明显时的汽缸运行平稳性数据
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.24	0.18	0.20
6	0.89	2.69	11.89

- 5). 从表 1-24 中的数据可以看出, 在每次启动发动机之前, 6 缸运行平稳性数据与其他缸运行平稳性数据基本相同, 随着发动机运转时间的延长, 6 缸运行平稳性数据逐渐升高, 当该数据升高到 7.00 以上时, 发动机便会突然抖动起来, 这说明 6 缸燃油喷射切断功能被激活。当 6 缸运行平稳性数据达到 11.00 以上时, 说明 6 缸已完全不工作。11.00 这个极限值是经过反复试验得出的, 方法是在发动机刚刚启动之后, 拔下 6 缸喷油器的线束插头。由于 6 缸完全不工作, 因此 6 缸运行平稳性数据会迅速升高, 至少为 11.00 以上, 此时发动机的故障症状与原先故障症状完全相同。笔者得出的结论如下: 故障原因为 6 缸不工作, 故障症状是以渐进的方式表现出来的。
- 6). 根据发动机基本工作原理, 汽缸正常工作必须满足 3 个要素: 良好的汽缸压缩比、良好的混合气和良好的高压点火。结合这 3 个要素对各种可能性进行排查, 测量各缸的汽缸压力, 结果 6 缸汽缸压力与其他汽缸相比没有明显差异。使用万用表测量 6 缸喷油器和 6 缸点火线圈的线路连接状况, 没有发现短路或断路问题。使用示波器测量 6 缸喷油脉冲信号和初级点火电压的波形, 并且与其他汽缸进行比较, 确认 6 缸喷油脉冲信号和初级点火电压的波形是真实有效的, 由此排除了发动机控制模块的故障可能性。将 6 缸的喷油器、点火线圈和火花塞逐一进行对换试验, 结果 6 缸仍然工作不良。综合以上检查结果, 认为故障应该出在机械方面。对发动机进行分解维修, 更换磨损异常的零部件, 装复发动机, 试车, 故障症状消失, 检修工作结束。

维修总结:

采用独立点火控制方式的宝马发动机电控系统具有汽缸点火缺失监测功能, M52 型发动机为直列六缸发动机, 曲轴转 1 圈, 发动机电控系统进行 3 次点火, 相应的曲轴转角被等分。发动机控制模块根据曲轴转速信号计算出曲轴在点火工作区的角速度值, 从而判断各缸实际的输出功率。理论上对于均匀燃烧的发动机, 所有汽缸运行平稳性数据均应为 0.000 若某缸的汽缸运行平稳性数据升高, 则说明该缸存在缺缸现象, 故障原因包括: 点火缺火, 空气流量传感器没有测量到空气(漏气), 混合气浓度有偏差, 汽缸压力不足, 燃油供应不良等。在实际维修工作中, 查看汽缸运行平稳性数据可以对汽缸工作状况进行定性判断。

在本例检测过程中, 笔者之所以判断故障出在机械方面, 是因为汽缸压力测量值不能完全反映汽缸的实际压缩性能。汽缸压力测量方法是一种常规的检测方法, 我们将各缸压力实测值进行计算, 可以得出汽缸压力平均值, 将汽缸压力平均值与汽缸压力标准值进行比较, 如果汽缸压力平均值略微偏高, 那么说明发动机缺乏保养, 汽缸内积炭过多, 应该进行解体检修。

以上这种对汽缸压力值的认识是笔者通过维修总结出来的。笔者曾经检修过一辆捷达车, 发动机内部出现异响, 测量汽缸压力, 完全正常。测量进气歧管真空度, 严重偏低。分解发动机之后, 发现缸盖后部的正时链条张紧器塑料支架断裂, 这说明只根据汽缸压力值不能断定故障出在发动机机械方面, 必须对所有的相关因素进行综合分析, 才能够找到故障原因, 排除故障。