

涡轮增压器系统故障

故障描述:

一辆行驶里程约 7.6 万 km，配置 S63 双涡轮增压发动机，车型为 E70 的 2010 款宝马 X5M。用户反映：该车辆行驶中急加油时或者车速稍微高一点，发动机的黄灯就会点亮报警，中央信息显示屏显示发动机功率下降。

故障诊断:

- 1). 接车后：连接汽车故障诊断仪对车辆进行诊断测试，读取相关的故障内容为：
 - 2EA9，废气涡轮增压器冷却液泵，控制线路，电气；
 - 2EAA，涡轮增压器冷却液泵，关闭；
 - 310B，增压压力调节 2，可信度；
 - 30FF，增压压力调节，增压压力过低。
- 2). 执行检测计划，针对上述的 4 个故障内容检测计划分为两个不同的部分，其中前面两个故障内容分析为涡轮增压器冷却泵故障，后面两个故障内容则定义为增压压力调节故障。
- 3). 选择“涡轮增压冷却泵”按照 ISTA 的检测计划要求执行检测，通过驱动测试，没有听到泵的工作声音，检查涡轮增压器冷却泵和 DME 之间的电线束、插头触点和插头卡止，没有发现异常。检查涡轮增压器冷却泵的供电，供电大约 12.8V 左右。正常。如果上述检测步骤没有发现故障，则是涡轮增压器冷却泵的故障。
- 4). S63 发动机和 N63 发动机一样，采用的两套废气涡轮增压系统，涡轮增压器以紧凑方式布置在 V 型区域内，发动机会产生很大热量，冷却系统具有非常关键的作用，因此，S63 发动机采用三套独立的冷却系统。
- 5). 发动机有一个通过皮带传动机构驱动的传统冷却泵，它承担着散发发动机热量以及尽量保持特定运行温度恒定不变的系统任务。另一种间接增压空气冷却系统，即通过空气 / 冷却液热交换器对增压空气进行冷却。发动机冷却系统和增压空气冷却系统使用两个彼此独立的冷却循环回路。
- 6). 除了上述两种冷却系统外，S63 发动机还单独为两个涡轮增压器配置一个 20W 功率的附加电动冷却泵来实现冷却。系统根据以下因素接通电动冷却液泵：发动机出口处的冷却液温度，发动机油温度、喷射的燃油量。利用电动辅助冷却泵的继续运行功能可排出废气涡轮增压器内的积热，从而防止轴颈处机油焦化，这是一项重要的部件保护功能。
- 7). 电动辅助冷却泵还可在关闭发动机后排出废气涡轮增压器内的余热，从而防止轴承壳体内的润滑油过热。所以涡轮增压器的冷却泵对发动机及涡轮增压

系统非常重要，一旦系统监控有故障，将会立即关闭涡轮增压系统并报警。涡轮增压器冷却泵如图 1 所示。



图一：涡轮增压冷却泵

- 8). 接着选择“增压压力调节”执行检测计划，ISTA 系统有更加详细具体的分析及建议检查步骤。
- 9). 对于检测的功能 / 组件，存储有下列故障：30FF，DME 控制单元当前没有故障存储，其他可能的故障原因：
 - 减压装置真空供应装置
 - 减压阀
 - 增压空气导管
 - 涡轮增压器
 - 排气背压过高
- 10). 对于检测的功能 / 组件，存储有下列故障：310B，DME 控制单元当前没有故障存储，其他可能的故障原因：
 - 减压装置 2 真空供应装置
 - 减压阀 2
 - 增压空气导管
 - 涡轮增压器 2
 - 排气背压过高
- 11). 继续测试模块，进行下列一般目检：检查减压装置控制管路（真空）是否密封、安装是否正确以及有无弯折；检查从空气压缩机到节气门的增压空气管和软管是否密封和安装是否正确；检查通往空气压缩机的进气管道是否密封和安装是否正确。目测检查没有发现异常。接着在发动机静止状态下进行一次进气压力传感器值匹配。读取的压力（汽缸列 1）：节气门前：1010 hPa，

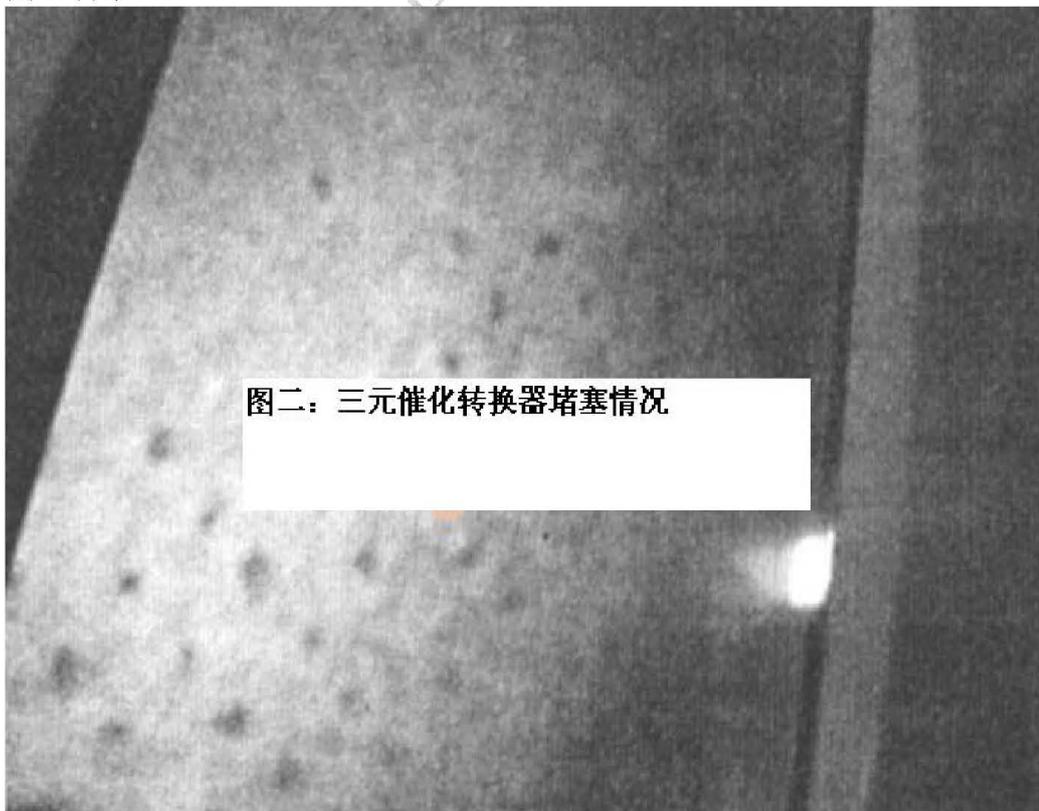
节气门后：1007hPa；读取的压力（汽缸列 2）：节气门前：1010 hPa，节气门后：1000 hPa。按如下方式检测电气动压力变换器的真空供应装置：

- 检测真空泵和真空储能器之间的管路；
- 检测真空储能器；
- 启动发动机，如果在发动机运转时感觉不到任何制动助力，则进行下一步；
- 检测真空泵和制动助力器之间的管路；
- 检测真空泵。

12). 通过上述的检查，没有确定出具体的故障。启动发动机，使发动机怠速运转同时产生用于废气风门控制的真空。在下一测试步骤中将间歇控制废气风门约 10g，观察废气风门，是否每次都完全打开并重新关闭，观察结果废气风门可以完全打开并能够重新关闭，说明减压装置真空供应装置没有故障。

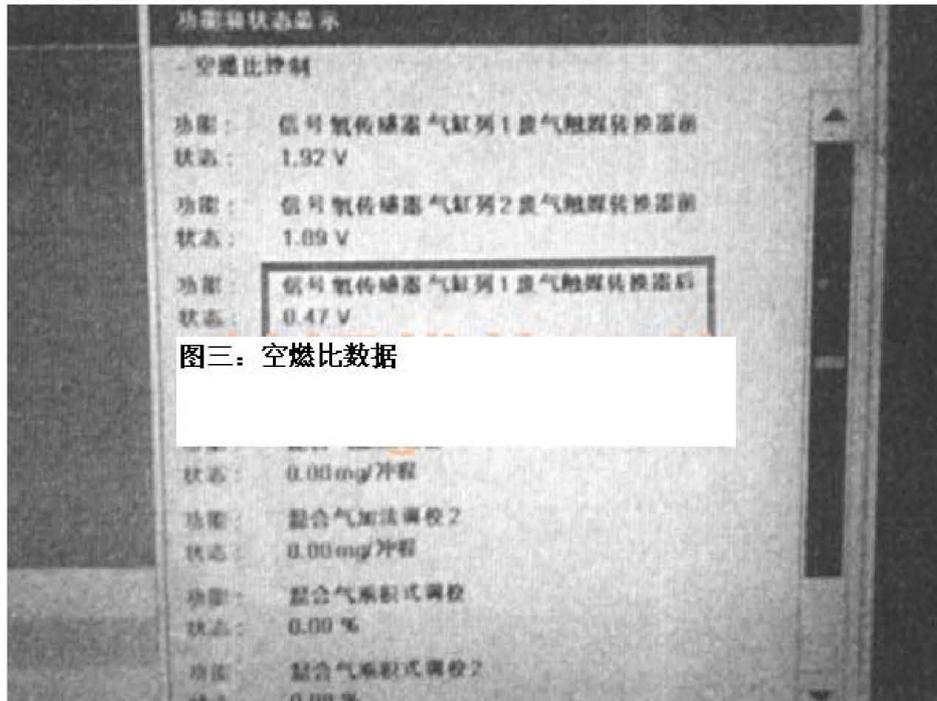
13). 根据检测计划检查步骤排除了外围的控制部件，剩下的就是涡轮增压器内部有故障或者排气背压过高了。而对于涡轮增压器本身的故障判断需要有确凿的证据，比如的确发现涡轮或者涡轮轴卡滞等，但需要完全把部件拆卸下来确认。排气背压过高就是指排气管的排气压力受阻过高，一般是由于三元催化转换器堵塞后，排气不畅，引起排气背压过高，造成涡轮增压器的增压效率下降，增压压力过低。检查排除背压过高则可以通过内窥镜从三元催化转换器前氧传感器的安装孔中观察排气背压是否过高。

14). 拆卸下汽缸列 2 的三元催化转换器前氧传感器，等三元催化转换器的温度降下来后通过内窥镜观察发现三元催化转换器里面已经堵塞的相当严重了，如图 2 所示。



图二：三元催化转换器堵塞情况

- 15). 安装上氧传感器启动车辆, 在怠速状态下观察车辆的空燃比控制数据, 如图 3 所示。从两列的三元催化转换器后氧传感器测得的信号电压都偏低, 正常的应该在 0.7~0.8V 左右。这可能也和三元催化转换器堵塞有关。并且汽缸列 1 的三元催化转换器也发生了堵塞, 可能没有汽缸列 2 严重, 所以暂时没有存储故障报警。



图三：空燃比数据

- 16). 故障排除：此车的两个故障都会造成发动机功率下降和发动机报警, 更换涡轮增压器冷却泵和两个三元催化转换器, 再次观察两个旧三元催化转换器的进气侧, 发现都堵塞的比较严重, 如图 4 所示。通过汽车故障诊断仪观察空燃比控制, 汽缸列 1 三元催化转换器后的氧传感器信号电压和汽缸列 2 三元催化转换器后氧传感器信号电压分别变成了 0.81V 和 0.80V。删除故障存储, 进行高速和急加速路试, 发动机黄灯报警现象消失, 车辆故障排除。

