

雷克萨斯汽车混合动力系统故障检修技术总结

倪月辉

(广州市公用事业技师学院, 广东 广州 510000)

摘要: 雷克萨斯汽车混合动力驱动系统为混联式混合动力系统, 体现了“混合动力协同驱动的理念”, 该混合动力系统使用2种动力源(如发动机和高压驱动电机)的组合, 利用各动力源提供的优势互相协调配合, 从而实现高效运行。混合动力系统是一种使用高效动力装置和电动机的灵活系统, 由于混合动力车辆未配备常规12V交流发电机, 因此, 使用DC-DC转换器将来自HV蓄电池的高压降至直流14V以对辅助蓄电池充电。此外, 车辆行驶期间, HV蓄电池定期地在恒定的充电状态(SOC值)范围内充电和放电。因此, 车辆不需要使用外部电源进行再次充电, 如果汽车出现混合动力系统故障, 则混合动力系统无法正常工作, 发动机会持续运转进入应急状态, 油耗升高动力性能受限制等, 直接影响车辆的使用性能。在此根据以往在汽车维修保养方面的一些心得和体会, 结合实际故障案例, 分享如何对混合动力车辆故障的维修诊断。

关键词: 逆变器; 混合动力电池; 传感器; 故障; 电压

丰田雷克萨斯ES300H车型, 搭载2AR-FXE阿特金森循环发动机, 拥有良好的经济性能, 结合(E-CVT)P314混合动力车辆传动桥, 执行最佳的协同控制。该混合动力系统主要部件包括: HV蓄电池总成、电源电缆、动力管理控制ECU(HV CPU)、混合动力传动桥(MG1, MG2)、带转换器的逆变器总成(增压转换器, 逆变器, DC-DC转换器)、带电机的压缩机总成。其中HV蓄电池总成为密封镍氢(NI-MH)蓄电池, 公称电压为直流244.8V, 主要由HV蓄电池模块、系统主继电器、HV蓄电池冷却鼓风机、蓄电池智能单元和维修塞把手组成, 安装在后排座椅后方。来自HV蓄电池的高压电具有以下3种用途混合动力系统的电源(MG1和MG2)、直流电压12V系统的电源、空调压缩机的电源。电源电缆是连接高压系统零件的高压、大电流电缆, 为了便于辨认, 高压线束和连接器采用橙色标记, 将其余普通低压系统区分开。动力管理控制ECU与发动机控制模块ECM共同控制混合动力系统, 实现混合动力系统与发动机动力系统工况的最大优化。混合动力传动桥安装在发动机室内, 包含驱动车辆的电动机发电机MG2和产生电能的电动机发动机MG1, 该传动桥使用带复合齿轮装置的无级变速器机构以实现平稳、静谧性操作。带转换器的逆变器总成安装在发动机室的左侧位置, 主要由以下4个部件组成: 控制逆变器和增压转换器的MG ECU、产生用于驱动MG的3相交流电的逆变器、将HV蓄电池(直流电压244.8V)电压最高升至直流电压650V的增压转换器以及将HV蓄电池(直流电压244.8V)电压降至直流电压14V(用于电气零部件)的DC-DC转换器。带电机的压缩机总成的电动机使用HV蓄电池(直流电压244.8V)作为电源, 电动机通过空调逆变器保持目标转速, 为确保压缩机内部高压部分和压缩机外壳的良好绝缘性, 混合动力车辆采用具有高绝缘性的压缩机机油(ND-OIL11)。概括来说, 混合动力系统常见故障有两种类型: 1、线路故障, 2、混合动力电池组故障。下面结合一台雷克萨斯ES300h的维修, 分享如何对混合动力系统故障进行诊断维修。

一、问题的提出

2018年12月份, 承修一辆车牌为粤C-TS353, 公里数为118567公里的雷克萨斯ES300h。

客户反映在正常行驶过程中仪表突然显示“请检查混合动力

系统”故障提示, 到店服务顾问接待车辆与客户现场确认仪表显示“请检查混合动力系统”故障提示并亮起发动机故障灯, 防滑灯及VSC故障灯。同客户试车启动车辆到READY状态时发动机持续运转, 提速无力。问诊了解到车辆昨天在广深高速上正常行驶出现以上故障, 检查车辆外观无事故及发动机舱内无老鼠味等异味异常现象, 建议客户车辆留修以进一步确认故障原因。

二、故障分析

综合客户所描述的故障现象, 首先对车辆进行初步的试车检查, 发现车辆行驶过程中仪表一直显示“请检查混合动力系统”, 就车检查车身相关部件线路插头无异常, 试车行驶提速无力, 行驶过程中无法切换EV行驶模式。见图1。



图1 故障车仪表显示信息

根据故障现象进行分析, 导致这种故障现象可能是混合动力系统故障:

主要原因有:

1. 混合动力车辆传动桥总成
2. 带转换器的逆变器总成
3. HV蓄电池总成
4. 线路故障

三、故障检测

1. 检查DTC输出(混合动力控制)

a. 将GTS连接到DLC3

b. 将电源开关置于ON位置

c. 进入以下菜单: Powertrain/Hybrid/Control/Trouble Codes

b. 读取输出 DTC 以下图 2:

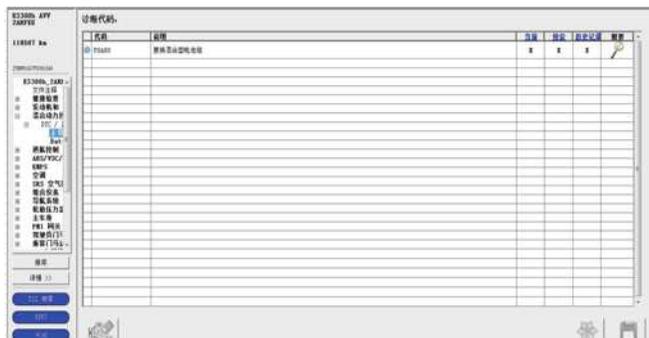


图 2 读取故障码

2. 观看故障状态时储存的定格数据。见图 3。

数据	单值	-3	-2	-1	0	1	2	3
Battery Block Vol-V01	V	15.11	15.08	15.08	15.11	15.08	15.08	15.08
Battery Block Vol-V02	V	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01
Battery Block Vol-V03	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V04	V	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01	15.01
Battery Block Vol-V05	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V06	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V07	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V08	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V09	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V10	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V11	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V12	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V13	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V14	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Battery Block Vol-V15	V	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00

图 3 故障定格数据

查询雷克萨斯服务信息系统，根据此故障码（P0A80）的维修步骤。

- 将 GTS 连接到 DLC3
- 将电源开关置于 ON 位置
- 进入以下菜单：Powertain/Hybrid Control/Trouble Codes
- 读取输入 DTC（P0A80）
- 使用 GTS，记录定格数据项目“Battery Block Vol-V01 to V17”

f. 将定格数据项目 Battery Block Vol-V01 到 V17 值按以下组合表所示进行对比。HV 蓄电池总成内部相邻电池单元组间的电压差的绝对值不得超过 0.3V，如有出现电压差值超过 0.3V 的，则可判定为蓄电池内部劣化故障，需要更换 HV 蓄电池。

蓄电池控制单元模块实现对各个单元组的电压进行监控及反馈，如果存在相邻电池单元间的电压超过 0.3V 则记录并储存故障代码。如果相邻电池单元间电压差均大于 0.3V，则为蓄电池控制单元自身有故障。

从 8 对蓄电池组电压发现：Battery Block Vol-V13（VB13）- Battery Block Vol-V14（VB14）两者之间电压差为 1.32V，那可判定为蓄电池出现内部劣化故障。

四、故障排除

按照雷克萨斯服务信息系统检查步骤，记录并储存混合动力蓄电池故障代码 P0A80-123，诊断检查需要更换混合动力蓄电池组，更换 HV 蓄电池后，故障现象消失，试车正常，查看数据流正常，故障排除。更换 HV 蓄电池需要严格按维修手册的要求进行更换。

更换蓄电池步骤如下：

- 放置安全警告指示牌，佩戴安全绝缘手套
- 断开蓄电池负极
- 拆下维修塞把手使高压电路在 HV 蓄电池的中部断开，从而确保维修期间的安全
- 切断高压电路后，带转换器的逆变器总成内的电容器依然存在电荷，拆下维修塞把手后，在开始工作前至少等待 10 分钟以使电容器放电
- 拆装后排座椅以及相关部件，更换 HV 蓄电池。见图 4。



图 4 HV 蓄电池安装部位

f. 回收处理 HV 蓄电池注意事项，HV 蓄电池电解液是强碱性氢氧化钾溶液（无味，透明，无色），如有渗漏，需使用硼酸溶液进行中和电解液处理。更换下来的 HV 蓄电池需要严格执行厂家回收政策。更换的电池见图 5。



图 5 需更换的 HV 电池组

五、结语

通过上述各种分析和检查，故障最终排除，由此得出结论，由于 HV 蓄电池内部存在电池组劣化，导致 HV 蓄电池无法正常提供高压电流，最终导致混合动力系统无法正常工作。经过这次故障的检查和诊断，我们应该更加注重汽车数据流分析技术，从数据流分析中更容易找出故障问题。现代汽车故障层出不穷，特别是混合动力车型，系统部件较多，诊断较为复杂，所以需要一定的理论基础，借用诊断仪器，结合电控原理进行深层分析诊断。混合动力系统带有高压电，所以执行相关作业时都需要带上绝缘手套施工，确保安全。

参考文献：

- [1] 陈杰. 雷克萨斯 ES300H 混合动力轿车无法行驶 [J]. 汽车与驾驶维修：维修版，2017（8）：3.