

电动汽车整车线束信号采集及检测诊断方式的研究

郑拓

武汉商学院 湖北武汉 430056

摘要: 电动汽车与传统汽车本质的区别, 在于用电取代了燃油。因此电动汽车的检测诊断过程中, 更加强调对电路信号的分析。检测人员经常需要读取整车线束上的信号, 作为参考的重要依据。在此背景下, 本文首先对电动汽车核心部件线束信号进行分析, 然后根据各自的特点, 研究信号采集的方式, 并提出检测及故障诊断的思路, 能够保证电动汽车检测过程中信号采集的全面性、便捷性以及线束完好性, 同时提高其故障诊断的效率。

关键词: 电动汽车; 信号采集; 检测诊断

作者简介: 郑拓 (1984-), 男, 汉族, 湖北武汉人, 硕士, 教师, 研究方向: 汽车检测诊断技术。

基金项目: 武汉商学院校级科研项目“电动汽车整车线束信号采集工具的设计研究”; 项目编号: 2018KY020。

一、引言

环境污染和能源匮乏在 21 世纪成为了人类社会面临的严峻问题, 从而推动了汽车产业向新能源汽车方向进行转型发展。新能源汽车不再采用传统的燃料 (汽油、柴油、天然气等) 作为主要能源, 它采用更加节能环保的电能作为替代能源, 形成了新技术原理、新结构的汽车。其中, 电动汽车在我国因为技术相对成熟、节能环保性高等特点得到了良好的发展, 是目前市场上发展最好的新能源汽车。

虽然在底盘、车身以及传统低压电器方面, 电动汽车与传统燃油车并无太大差异。但是在动力总成方面, 燃油和发动机系统变成了动力电池和驱动电机系统, 这些核心部件的工作原理和检测诊断方法还是发生了较大的变化, 这给电动汽车售后市场带来了新的挑战。目前在其售后工作中, 检测人员多采用基于 OBD 的信号获取及检测诊断方式, 给售后维修工作带来了一定的便利。但此方式也存在一定的不足, 如当控制单元外部供电, 通信或自身损坏时, 该方式无法正常执行, 此时需要进一步获取核心部件控制单元 (BMS/MCU/VCU) 外部低压线束上的原始信号, 来作为重要的诊断依据。但由于电动汽车发展的时间较短, 相应的配套检测设备比较缺乏, 在目前的条件下多采用万用表、示波器等基础仪器, 采取以下两种信号采集及检测方式:

1. 断开原车线束插头进行信号采集和检测

这种方式不能保证车辆在运行状态下读取信号, 部分输出信号参数无法直接读取, 信号参数采集及检测不全面。

2. 刺破线束绝缘层进行信号采集和检测

这种检测方式避免了不能全面读取信号参数的问题, 但是该检测方法破坏了车辆线束, 留有一定的隐患。

同时, 目前对于获得信号参数的评价, 主要根据人工经验进行分析判断, 对检测人员的专业技术经验及分析思路依赖性较强。

在此背景下, 如何对电动汽车整车线束信号进行有效地采集, 同时如何正确地对这些信号进行检测和分析, 以此来提高故障诊断效率, 具有一定的研究意义。

二、电动汽车核心部件控制单元外部低压线束信号分析

电动汽车核心部件主要包括动力电池系统 (其主控制单元为 BMS), 驱动电机系统 (其主控制单元为 MCU), 以及整车控制器 VCU, 这三大核心部件取代了传统燃油车型中的供油系

统及发动机系统, 给售后故障诊断工作带来了新的挑战。因此, 对于这三部分主控制单元外部低压线束信号的分析, 具有更加深刻的意义。三大核心部件控制单元各自主要的外部低压线束信号分析情况如下:

1. 动力电池系统 BMS

BMS 作为动力电池系统的主控制单元, 其从动力电池系统内部来看, 主要作用是对电池组及自身系统进行温度、电压、电流、绝缘、高压互锁、充放电、电量预测及均衡等方面的监控和管理。从对整车其他外部系统来看, 主要是搜集与驾驶员点火开关动作相关的指令, 在自身系统正常的情况下, 通过对内部高压继电器的管理, 来对外进行电能输出。在本文的研究中, 主要考虑的是 BMS 的外部信号, 所以主要分析其外部低压线束信号参数, 主要包括:

(1) ECU 工作电源正负极, 用于提供 BMS 的工作电能;

(2) 点火开关 ACC/ON 信号, 用于识别点火开关当前的位置, 作为是否对外供电的参考信号;

(3) CAN 总线, 包含 CAN-H 和 CAN-L, 与总线上的其他控制单元进行通讯, 用于收发相关的整车信息。

2. 电机控制系统 MCU

MCU 作为驱动电机系统的主控制单元, 其主要作用是接收 VCU 传递过来的整车控制需求, 同时考虑电机温度及位置信号, 控制电机输出指定的扭矩、转速和转动方向, 来驱动车辆行驶。其外部低压线束信号参数, 与 BMS 情况类似, 主要包括有 ECU 工作电源正负极、点火开关 ON/ST 信号及 CAN 总线信号。除此之外, 其外部低压线束一般还包括:

(1) 电机温度传感器供电正负极及信号反馈, 该传感器用于监控电机的工作温度, 作为冷却系统工作的参考信号。

(2) 电机位置传感器供电正负极及信号反馈, 该传感器用于判断磁极位置, 反馈电机当前的配电位置, 同时反馈电机的转速。

3. 整车控制器 VCU

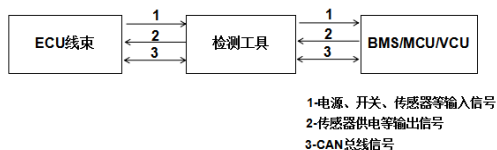
VCU 主要搜集点火开关位置、档位、加减速、制动、驾驶模式选择等与驾驶员驾驶意图相关的信息, 同时监控着车辆的车速、姿态等行驶状态, 通过 CAN 总线将相关信息发送给 BMS 及 MCU, 来对整车进行电池能量及动力管理。其外部低压线束信号参数, 除包括有 ECU 工作电源正负极、点火开关位置信号及 CAN 总线信号之外。一般还包括:

(1) 各类开关信号,包括挡位开关、制动开关、驾驶模式开关等。作用是反馈挡位位置、是否踩下制动、驾驶模式选择情况等信息,作为整车行驶控制的参考。

(2) 各类传感器的正负极输出,及传感器信号输入,包括有加速踏板位置传感器、主缸压力传感器、真空度传感器等。作用是反馈加速踏板位置、制动强度情况及真空助力器真空储存情况等信息,作为整车行驶控制的参考。

三、信号采集方式的研究

为了保证以上信号能够在汽车运行状态下有效的获取,达到全面、快捷的效果,且保证在采集过程中不破坏原车线束。可制作专用检测工具连接至待检测核心部件 ECU 与原车线束之间,对线束信号进行检测,其连接方式如图 3-1 所示:

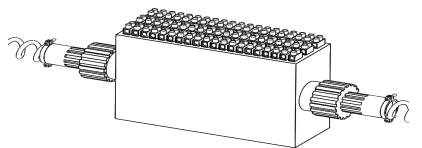


3-1 检测工具连接示意图

在该检测工具设计时,遵循了以下几点:

- 1.检测工具内部设计若干独立的线路,在检测工具接入后,保证原车线束端子与 ECU 端子依然能直接导通;
- 2.在检测工具面板上按照万用表、示波器表针设计合适大小的连接端子,使单个的端子与单个线路进行连接;
- 3.设计与待检测车型整车线束及 ECU 插口相适配的工具端连接件,连接件与检测工具之间设计为可拆卸式,这样在检测 BMS、MCU 或者 VCU 时,只需要更换不同的连接件,检测工具可以通用;
- 4.在检测工具上设计专门的端子,与原车蓄电池负极相连,方便在检测时取负极接地点;
- 5.预留了数据采集卡接口,后续可考虑将信号用虚拟仪器软件进行采集和自动检测。

设计的检测工具结构如图 3-2 所示:



3-2 检测工具结构示意图

将此检测工具连接至原车线束中,可在车辆运行状态下,较为方便、全面地采集相应的信号,且达到保护原车线束的效果。

四、信号检测分析及故障诊断思路

根据以上分析,可将电动汽车 BMS、MCU、VCU 外部低压线束信号分成四大类,分别为供电电源正负极、开关信号、传感器信号及 CAN 总线信号。

当车辆出现故障时,可先采用基于 OBD 的诊断仪进行诊断,通过故障码、异常数据流来进行故障点范围的缩小,如果出现此方式无法正常使用或需要进一步从线束上进行信号检测分析时,则可通过上述信号采集方式进行信号采集,并按照以下思路进行信号分类检测和分析。

1.供电电源正负极

电动汽车核心部件控制单元供电正极在 12V 左右,低于 10.5V 或高于 15V 时,控制单元可能无法正常工作。当该电压不正常时,可能存在蓄电池电量不足,保险丝损坏,线路接触不良等故障点。控制单元负极可检测线路与地之间的通断,当断路时,可能存在线路或接地点接触不良等故障点。

2.开关信号

电动汽车核心部件开关输入信号电压值一般在 0V 与 12V 之间变换。当操作相应开关使其到达对应位置时,相应线路上的信号电压值应发生变化,否则说明对应的开关、线路存在损坏或者接触不良等故障点。

3.传感器信号

对于 BMS、MCU、VCU 主要外部传感器的检测,可从其供电正负极开始,通常正极线路电压为 5V 左右,负极线路对地之间导通,如不正常,则检查相应的线路是否存在接触不良。当两者正常时,传感器反馈信号电压范围一般在 0.5~4.5V 之间,如不正常,则可能存在传感器信号线路接触不良或者传感器本身损坏等故障点。

4.CAN 总线信号

目前电动汽车广泛采用速率 500kBit/s 的高速 CAN 总线,在激活状态下,CAN-H 线信号电压为 2.5~3.5V,CAN-L 线信号电压为 1.5~2.5V,可直接检测这两条线上的平均电压值。一般工作时 CAN-H 线信号平均电压值比 2.5V 略高,在 2.6~2.7V 左右;CAN-L 线信号平均电压值比 2.5V 略低,在 2.3~2.4V 左右。如不正常,可能存在 CAN 总线通信故障。进一步分析,如果两条线路上任一电压值接近 12V,可能是对应线路对正极短路;如果电压值接近 0V 时,可能是对应线路对地短路;如果两条线路的信号电压值均接近 2.5V,可能是出现了高低互相短路故障。

当所有外部信号均正常时,可能控制单元已发生了内部损坏。

五、结语

本文对电动汽车核心部件外部低压线束信号特点进行了分析,提出了信号采集的方式,以提高信号采集过程中的便捷性、全面性及线束完好性,同时研究了这些信号检测分析及故障诊断的思路,为提高电动汽车售后工作的检测诊断效率方面提供一定的参考。

参考文献:

- [1]王进升,郑诗程,余畅舟,王庆龙.电动汽车驱动电机控制系统电路设计[J].佳木斯大学学报(自然科学版),2021,39(03):133-136+149.
- [2]魏军克.电动汽车整车运行性能检测试验技术研究[J].时代汽车,2021(08):76-77.
- [3]陈志铭,李丽,高福建.一种新型电动汽车整车控制器快速检测方案[J].汽车电器,2021(01):5-8.
- [4]吴彦威.电动汽车动力电池的故障监测与诊断[D].浙江科技学院,2020.
- [5]吴浩玮,张旋,孙鑫,张滢,王科举,马仕麟,赵红顺.基于虚拟仪器技术的新能源汽车检测装置设计[J].现代职业教育,2019(23):104-105.
- [6]郑拓.纯电动汽车核心部件故障诊断的研究[J].时代汽车,2019(01):154-156.