

新能源汽车维修检测中电子诊断技术的应用路径研究

黄 辉 李爱军

(南京技师学院 江苏 南京 210023)

【摘 要】《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》明确提出,到 2035 年,新能源汽车将成为中国汽车市场的主流产品,其保有量将大幅增加。然而,随着新能源汽车的普及,其复杂的电气系统和智能化控制模块对维修和检测提出了前所未有的挑战。传统的机械维修方式已经无法满足新能源汽车的需求,电子诊断技术因此成为关键。电子诊断技术通过车载网络系统对车辆的各个电子控制单元(ECU)进行实时数据采集、分析和故障诊断,能够有效提高维修检测效率,减少人为干预对故障排查的依赖。当前随着我国汽车行业智能化水平的不断提高,车辆内的动力电池管理系统(BMS)、驱动电机控制系统以及 CAN 总线通信系统日益复杂。为应对技术需求,电子诊断技术提供从故障检测、数据分析到故障预警的一整套解决方案,进一步提升了实际的维修检测的精度与效率。

【关键词】新能源汽车;电子诊断技术;维修检测

引言

在电子诊断技术中,车载控制单元(ECU)与车内网络系统(如 CAN 总线)是核心组成部分,通过数据传输,技术人员可以获取包括动力电池、驱动电机和车载电子设备的工作状态信息。基于此类数据,诊断工具可以进行故障代码(DTC)的读取和分析,识别车辆的故障来源并提供维修建议。

1 新能源汽车电子诊断技术概述

新能源汽车电子诊断技术的基本原理是基于现代化电子信息技术,通过专用诊断设备和软件,对车辆的各个电子控制系统进行实时监测与分析,从而发现并解决潜在故障。自 2009 年中国启动新能源汽车推广计划以来,新能源汽车市场快速增长,相关的维修检测技术也逐渐完善。2015 年,《中国制造 2025》明确提出了推动新能源汽车产业发展的战略,促进了电动汽车相关技术的发展与应用。

2 电子诊断技术在动力电池系统中的应用

2.1 动力电池状态监测与诊断方法

2.1.1 动力电池状态监测的关键参数

在动力电池的状态监测中,最重要的监测参数包括电压、电流、温度以及充放电容量。动力电池单体的电压一般保持在 3.6V 到 4.2V 之间,如果电压超过或低于这个范围,电池可能会发生过充或过放的情况,进而导致电池损坏,甚至引发安全隐患。对于整个动力电池组而言,常见的总电压一般在 200V 至 400V 之间,某些高性能的电动车型电池组电压甚至可达 800V 以上,这种高电压系统对电池管理系统(BMS)提出了

更高的监控和调节要求。

当温度高于 50° C 时,电池内部的电解液可能会分解,导致电池性能下降甚至出现热失控问题,极端情况下温度超过 60° C 时可能引发火灾。反之,当温度低于 -10° C 时,电池的放电性能会急剧下降,导致续航里程减少。为了确保电池组的运行安全和效率,车辆中的 BMS 通过多个温度传感器对每个电池单体进行温度监控。

2.1.2 动力电池故障诊断与预警机制

动力电池系统的故障诊断主要依赖于电池管理系统(BMS),其通过对电池的电压、电流、内阻和温度等参数进行实时分析,可预判电池是否处于故障状态。比如,当电池内阻大于 5 mΩ 时,可能表明电池性能下降,需进行检查或更换。电池温度如果超过 60° C 或低于 -10° C, BMS 会发出温度异常警告,提醒驾驶员采取措施。此外,电池容量的衰减也是监测重点之一,一般电池的额定容量为 60Ah,当容量下降至 40Ah 以下时,表明电池老化严重,需进行更换或修理。

2.2 常见故障类型及电子诊断处理方案

2.2.1 动力电池过充、过放故障及其电子诊断处理方案

过充指的是电池的充电电压超过其额定上限值(一般为 4.2V/单体),长期过充会导致电池材料的不可逆变化,严重时可能导致电池失效甚至引发安全事故。过放则是电池的电压低于其放电下限值(一般为 2.5V/单体),这会导致电池内部活性物质的损耗,缩短电池寿命。

电子诊断技术在处理过充、过放故障中起到一定的作用。动力电池的电池管理系统(BMS)实时监控电池的电压、SOC(State of Charge, 电池荷电状态)等关键参数。当某个电池单体电压超过4.2V时, BMS会发出过充警告, 自动调整充电电流, 甚至切断充电回路, 防止电池进一步损坏。同样, 当电池电压降至2.5V以下时, BMS会启动过放保护机制, 停止放电过程, 并发出提醒, 以避免电池的进一步损耗。

处理方案方面, 电子诊断系统可通过扫描故障代码(DTC)获取电池组的过充、过放信息, 并使用专业的诊断工具进行电池单体的详细分析。例如, 通过CAN总线的数据监控功能, 可以实时查看各个电池单体的电压、温度和电流参数, 并对问题电池单体进行分离处理。

2.2.2 电池温度异常故障及其电子诊断处理方案

电池温度异常也是动力电池系统中常见的故障类型, 温度过高或过低都会影响电池的正常工作。当电池温度超过60°C时, 可能导致电解液分解, 电池内阻增加, 甚至引发热失控等严重后果。相反, 如果温度低于-10°C, 电池的放电效率会大幅下降, 续航能力显著降低。

在处理温度异常故障时, 电子诊断技术可提供精确的监控与处理方案。动力电池系统内的温度传感器会实时监测每个电池单体的温度数据, 并通过CAN总线将数据传输至BMS。当温度超过设定阈值(一般为60°C)时, BMS会发出高温警报, 并自动调整电流, 降低电池工作负荷, 或触发冷却系统来控制温度。

2.3 电池管理系统(BMS)诊断技术的实际应用

2.3.1 BMS在电池电量管理中的应用

BMS的核心任务是实时监控电池的SOC(荷电状态), 确保车辆在行驶过程中电池电量的合理使用。一般, 新能源汽车动力电池组的容量在60Ah到100Ah之间, BMS通过精确计算每个电池单体的充放电电流和电压, 来计算剩余电量。BMS根据电池的电压、电流以及温度等参数, 实时调整充电和放电的策略, 保证电池组内每个单体的一致性。通过CAN总线, BMS可以将电池的SOC数据传输给车辆的中央控制单元(ECU), 以便驾驶员可在仪表盘上实时查看电量状态。

在SOC监控过程中, BMS也会根据电池组的实际充放电情况进行电量预测。例如, 在电池组的电压降至其最低工作范围(如2.5V/单体)时, BMS会触发低电量警告, 提醒驾驶员尽快充电。

2.3.2 BMS在温度管理与故障诊断中的应用

BMS通过多个温度传感器实时监控每个电池单体的温度数据, 确保电池组工作在最佳温度范围内(25°C至45°C)。当BMS检测到电池温度超过预设值时, 会自动启动冷却系统, 降低电池温度, 防止过热现象的发生。在诊断温度异常时, BMS的故障代码系统(DTC)可检测并记录电池温度过高或过低的情况。如果某个电池单体的温度超过60°C, BMS会发出高温故障警告, 并自动调节放电电流, 减少电池热量的产生。如果温度传感器检测到低于-10°C的情况, BMS也会发出低温故障警告, 防止低温环境下电池损伤。

3 车载网络与通信系统的电子诊断应用

3.1 CAN总线诊断技术在新能源汽车中的作用

CAN(Controller Area Network)总线技术是新能源汽车中最常见的车载网络通信协议, 负责连接和管理各个电子控制单元(ECU), 包括动力电池、驱动电机、BMS等系统之间的数据交换和通信。

3.1.1 CAN总线数据传输的可靠性与实时性

新能源汽车内部包含多个ECU, 此类控制单元之间需要进行实时数据传输。例如, 动力电池的电压、电流信息, 驱动电机的转速、温度信息, BMS的电池SOC(荷电状态)等, 均通过CAN总线进行通信和反馈。CAN总线的数据传输速度一般为500 kbps到1 Mbps, 这使得系统可快速传输大量信息, 确保车辆的各个部分之间保持同步运作。

CAN总线具备良好的抗干扰能力, 使其即使在复杂的电磁环境中依然可保持高可靠性的数据传输。通过诊断设备接入CAN总线, 维修人员可以读取故障代码(DTC), 获取系统的工作状态并对其进行故障排查。比如, 若驱动电机温度传感器反馈信息出现异常, CAN总线将迅速传输相关信息到ECU, 触发故障警告信号, 提醒用户或技术人员及时处理^[1]。

3.1.2 CAN总线故障诊断与监控机制

在新能源汽车的实际应用中, CAN总线还具备自动故障诊断功能, 可检测通信中的错误并自动校正。常见的CAN总线故障包括信号干扰、数据传输丢失或误码等。当CAN总线检测到某个通信节点出现异常(如电压信号失常), 它将会自动重传数据, 确保通信链路的完整性。如果多次重传失败, CAN总线控制器将生成相应的故障代码(如“通信丢失”或“数据错误”), 此类代码将被存储在ECU中以供诊断工具读取。

当维修人员进行诊断时, 可以通过接入CAN总线

获取系统运行日志,查看特定时间点的故障数据。例如,若CAN总线在某一时刻记录了通信故障,诊断工具可以检索该时段的详细信息,包括电压、电流、温度等传感器数据,帮助技术人员准确定位故障来源^[2]。

3.2 数据传输异常与故障的检测与解决方案

3.2.1 数据传输异常的检测方法

当新能源汽车中的数据传输出现异常时,一般会通过车载网络系统进行自动检测。CAN总线具备一定的自诊断功能,可监测通信过程中是否发生错误。例如,当信号干扰导致数据包丢失或传输错误时,CAN总线会自动检测到错误,并尝试重新传输数据。如果多次重发失败,CAN总线将生成故障代码(如DTC代码),并存储在ECU中,便于后续的诊断和维护^[3]。

为精确检测数据传输异常,电子诊断工具一般通过扫描车载网络获取故障信息。维修人员可以使用诊断设备连接CAN总线,读取记录的故障代码,并分析通信错误的原因。比如,CAN总线可能会记录到“通信丢失”或“节点未响应”的错误,此类信息指示某个特定的控制单元(如动力电池管理系统或驱动电机控制单元)未能在规定时间内响应通信请求。通过分析此类错误数据,技术人员可以快速定位问题的来源^[4]。

3.2.2 数据传输异常的解决方案

针对不同类型的数据传输异常,解决方案也有所不同。以下是常见问题的解决方案:

信号干扰:新能源汽车内存在多个电子设备,当电磁干扰(EMI)影响CAN总线的通信时,可能会导致数据传输不稳定。解决此问题的关键是检查电缆屏蔽层是否完好,必要时可更换损坏的屏蔽电缆。

节点未响应:如果某个控制单元(ECU)未能响应CAN总线的通信请求,一般意味着该节点存在故障。维修人员可以通过电子诊断工具确定具体的故障节点,并对其进行进一步检查^[5]。

数据包丢失或传输错误:当CAN总线检测到数据包传输错误时,一般会尝试重新发送数据。如果多次重发失败,系统将会记录错误代码。对于这种情况,技术人员应检查CAN总线的终端电阻是否正常(一般为120Ω),并确保总线连接可靠。如果终端电阻不正确或连接松动,可能会导致数据传输失败。

结束语

总之,电子诊断技术已经成为新能源汽车维修检测体系中的核心组成部分。通过对动力电池、驱动电机和车载网络等关键系统的实时监控和故障诊断,可有效提升车辆的安全性与运行效率。未来,随着新能源汽车技术的不断发展,电子诊断技术将进一步融合人工智能、大数据和云计算等前沿技术,推动新能源汽车维修检测向智能化、自动化方向发展。

参考文献:

- [1] 周海江,谢智. 新能源汽车常见故障与诊断维修技术探析[J]. 汽车维修技师, 2023(8): 122.
- [2] 杨子新. 基于电子诊断技术的新能源汽车维修实践[J]. 汽车维修技师, 2023(4): 120-121.
- [3] 康昌盛. 高职新能源汽车检测与维修技术专业教学改革探索与研究[J]. 汽车维修技师, 2023(8): 128-129.
- [4] 刘樾. 新能源汽车维修中电子诊断技术的应用[J]. 汽车维修技师, 2023(11): 91-92.
- [5] 李前进. 新能源时代汽车维修与检测技术的革新[J]. 汽车维修技师, 2023(12): 124-125.

作者简介:

黄辉(1983.05-),男,汉,江苏南京,现南京技师学院汽车技术系,讲师,本科,研究方向:汽车检测与维修。

李爱军(1974.9-),男,汉,湖北省监利市,南京技师学院后勤服务处,高级实习指导教师,本科,电工电子。