

基于 UDS 协议的新能源客车智能诊断上位机软件开发

明杰婷, 杨杰君, 文健峰, 孙 炜, 刘逸群, 张利新

(中车时代电动汽车股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:开发一种应用于新能源客车的智能诊断软件。该软件具有数据流监控与存储、专家故障诊断、下线检测等多种功能,能有效提高调试效率、下线检测效率和售后服务效率。

关键词:新能源客车; UDS 协议; 智能诊断; 上位机软件

中图分类号:U469.7

文献标志码:A

文章编号:1006-3331(2023)06-0023-05

Development of Upper Computer Software for Intelligent Diagnosis of New Energy Bus Based on UDS Protocol

MING Jieting, YANG Jiejun, WENG Jianfeng, SUN Wei, LIU Yiqun, ZHANG Lixin

(CRRC Electric Vehicle Co., Ltd., Zhuzhou 412007, China)

Abstract: This paper develops an intelligent diagnostic software applied to new energy buses. This software has multiple functions such as data flow monitoring and storage, expert fault diagnosis, and off-line detection, which can effectively improve debugging efficiency, off-line detection efficiency, and after-sales service efficiency.

Key words: new energy bus; UDS protocol; intelligent diagnosis; upper computer software

随着新能源客车电气化程度的不断提高,对车载电控系统的下线调检及故障诊断的要求也越来越高^[1-3]。由于新能源客车车辆定制化程度高、需求变动大,如何规范车辆的调检流程,是新能源整车厂亟待解决的重要问题。

纵观我司现状,主要存在以下两方面问题:一方面是现有客车的电气化平台未固化,调检问题多样,主要依赖设计人员解决现场电气问题;另一方面是下线调检主要依赖工人逐项调试,经常出现漏检的情况,调检结果极大程度上依赖工人的技术水平。

针对上述问题,开发基于 UDS 诊断协议的车辆智能诊断上位机软件迫在眉睫。该智能诊断上位机软件运用 Qt 的跨平台应用程序开发框架^[4-6]开发,具有操作简单、无需安装、人机交互友好等优点,可显著提高我司技术人员调试效率、售后人员服务效率,同时还可实现自动化下线诊断,进而规范每台车下线

调检流程,对每台车形成一份电子调检报告,实现调检过程可追溯、零漏检、零故障出厂。

1 UDS 协议

1.1 UDS 协议概述

UDS(Unified Diagnostic Services)是 ISO 15765 和 ISO 14229 定义的一种可以面向整车所有 ECU 的通用汽车诊断协议,它可以在不同的汽车总线上实现,如 CAN、LIN、Flexray、Ethernet 等。UDS 协议提供的是一个诊断服务的基本框架,各主机厂和零部件供应商可根据实际情况,定义个性化的诊断内容,所以基于 UDS 协议的诊断也被称为增强型诊断^[7-10]。

UDS 协议本质上是一系列的服务,共包含 6 大类 26 种。每种服务都有独立的服务 ID,即 SID(Service Identifier)。对于本文智能诊断上位机软件的开发,主要使用 10 服务、14 服务、19 服务、22 服务、27 服

收稿日期:2023-07-18。

第一作者:明杰婷(1989—),女,硕士;工程师;主要从事新能源车辆整车控制及车辆动力学仿真分析工作。E-mail:mingjieting@163.com。

务、31 服务。

1.2 UDS 协议安全访问算法

上位机软件与 VCU 之间基于 UDS 协议进行通讯,具有更高的安全性和更强的适应性。对于安全等级不为 0 的服务,需通过安全算法解锁成功后,才能对 VCU 进行安全访问。其中 2F 服务、22 服务、31 服务等需与 VCU 进行安全算法校验,VCU 才能响应上位机的诊断指令。其校验流程如图 1 所示。

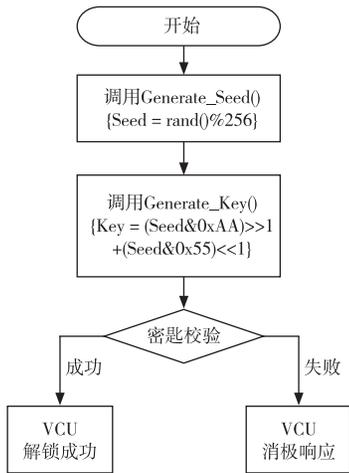


图 1 UDS 协议安全算法校验流程

VCU 与上位机之间基于 UDS 协议进行安全算法

校验的流程为:VCU 基于安全算法定期更新 Seed(种子)及 Key(密匙),并将 Seed 发送至上位机,上位机根据接收到的 Seed,通过加密算法,产生与之对应的 Key,并将该 Key 发送至 VCU,当 VCU 的 Key 与上位机的 Key 一致时,上位机与 VCU 之间才能解锁,并进行数据交互。

为了提高数据的安全性,基于随机数周期性更新 Seed,与 Seed 对应的 Key 随之更新,上位机与 VCU 之间基于相同的加密算法,生成动态 Key,安全性更高。

2 上位机软件设计

2.1 总体架构

在电脑中运行该上位机软件的可执行程序,即可启动上位机,无需特定硬件支持。该智能诊断上位机软件主要包含 3 大主体功能,分别是数据流监控与存储功能、专家故障诊断功能、下线诊断功能。在主界面上,设置了各项功能的人机交互界面入口,主要包括 CAN 通讯设置、中英文切换、数据存储功能入口、数据流监控功能入口、下线诊断功能入口。点击各功能入口按钮,即可进入各功能的子界面。总体架构设计如图 2 所示。

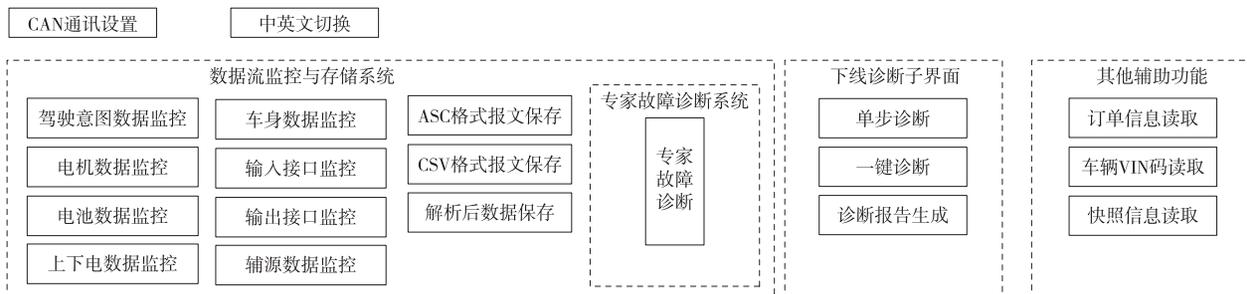


图 2 智能诊断上位机软件系统构架

1) 数据流监控功能可实时监测驾驶意图数据、电机数据、电池数据、上下电数据、辅源数据等关键数据,实现整车信息可视化,取代专业的调试软件,降低调试专业技术门槛,提高调试效率。数据流存储功能主要用于保存不同格式的车辆运行数据。

2) 为了便于观察数据,专家故障诊断功能集成在了整车数据流监控界面中,可实时显示车辆的故障信息。

3) 下线诊断功能可对下线车辆进行单步诊断、

一键诊断,并生成诊断报告。下线诊断功能用于车辆下线自动化诊断,规范调检流程并降低错检漏检频率。

4) 为了提高上位机软件的实用性,还开发了部分辅助功能,主要包括读取订单信息、VIN 码、快照信息等。

2.2 数据流监控与存储

通过车辆信息的可视化监测,可有效帮助调试人员了解当前车辆的状态,确认车辆运行是否正常,协

助排查上电异常、无法动车等常见调试问题的原因。为了实时了解车辆的运行状态,上位机软件可在线监控车辆运行的关键数据,包括整车信息界面、车身信息界面两个部分。与此同时,上位机还可存储不同格式的车辆运行数据。

1) 整车显示界面主要显示驾驶意图、电机、电池、高压上下电、挡位、车速、气压等信息,车辆运行的关键数据一目了然(如图 3 所示)。为了便于在车辆发生故障时观测车辆运行数据,图 3 中还包括了专家故障诊断系统的界面显示内容。

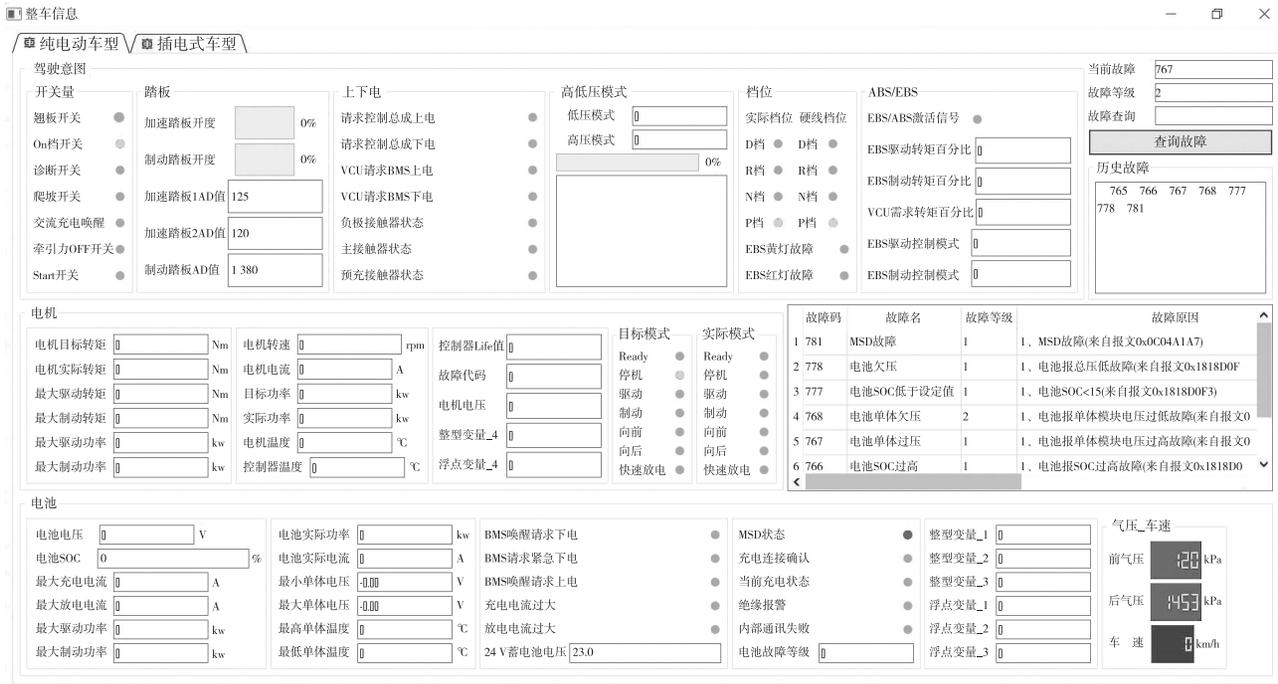


图 3 整车信息监控与专家故障诊断系统



图 4 车身信息监控系统

2) 车身信息界面又分为车身电气、端口输入、端口输出、辅源系统4个部分。车身电气主要显示车身控制所需的灯光、雨刮、门控等信息,端口输入、端口输出用于显示该VCU所有开关量的输入、输出状态,辅源系统用于监测附件的工作指令、运行状态等信息,如图4所示。

3) 数据流存储系统可将车辆运行数据实时存储,既支持ASC、CSV格式的原始报文存储,也支持解析后的车辆关键数据的存储。售后人员可使用该工具采集数据,供技术人员分析,帮助其远程排查车辆故障。

2.3 专家故障诊断

在图3所示的整车信息监控界面,也集成了专家故障诊断功能。专家故障诊断可智能定位故障触发机制,并将故障原因反馈给调试人员。

首先,建立故障代码数据库,该数据库中包含故障代码名称、故障等级、故障释义、故障原因列表,上位机软件读取故障代码数据库,同时接收整车控制器发送的所有可能触发故障的条件状态,将这些条件状态与故障代码数据库的故障触发条件进行比对,从而准确定位出当前故障触发的原因,并在界面进行显示。

该专家故障诊断功能可精准定位故障触发原因,摒弃了传统的人为解析原始报文、分析原始数据的故障排查机制,显著提高故障排查效率。此外,该专家诊断系统还支持离线故障查询、累计记录历史故障代码等功能,如图3所示。

2.4 下线诊断

为了实现车辆下线智能调检,不再依赖工人的经验判断调检是否通过,提高车辆出厂的一致性,开发了下线诊断功能。根据需求不同,分为单步诊断、一键诊断两大主体功能。

2.4.1 单步诊断

单步诊断主要用于对车身系统、底盘系统、辅源系统等关键部件进行单独诊断,用于判断某一部件是

否可以正常工作。

由于整车子系统包含的部件类型不同,故首先需对部件进行分类,分为无需人为操作有状态反馈、需人为操作有状态反馈、无需人为操作无状态反馈、需人为操作无状态反馈四类。

1) 对于无需人为操作有状态反馈的部件,上位机发送诊断指令,VCU执行诊断逻辑,并通过对部件诊断时反馈的工作状态进行判断,即可确认该部件是否可正常工作,VCU基于UDS协议将诊断结果发送至上位机,诊断通过亮绿灯,诊断不通过亮红灯。

2) 同理,对于需人为操作有状态反馈的部件,则需要在上位机中增加人机交互界面,提示调检员操作相关的部件(如挂挡、踩踏板等),来配合完成相关部件的诊断。

3) 对于无需人为操作无状态反馈的部件,需开发人机交互界面,提示调检员确认诊断结果,如灯光系统等。

4) 对于需人为操作且无状态反馈的部件,则需上位机开发人机交互界面,提示驾驶员执行诊断动作,同时确认诊断结果。

通过对部件进行分类,可对车辆所有需要诊断的部件依次进行单步诊断。

2.4.2 一键诊断

一键诊断区别于单步诊断,调检员不需要依次选择诊断部件,上位机按照既定的流程,依次自动完成踏板及挡位系统、雨刮系统、灯光系统、低压附件系统、高压附件系统等所有部件的诊断,并生成诊断报告。VCU对各部件的诊断控制逻辑与单步诊断保持一致,不同的是上位机可自动发送诊断指令,而取消调检员点击每个部件的诊断按钮的动作,降低调检员的劳动强度。

2.4.3 诊断报告

该上位机软件还能在线生成诊断报告,并且可对诊断报告进行加密,防止诊断报告被人为修改或伪造。下线诊断界面如图5所示。



图 5 下线诊断部件分类

3 结束语

针对新能源客车调试效率低、下线检测不规范的问题,开发了一种应用于新能源客车数据监测及下线诊断的上位机软件。该上位机软件不仅能实现整车关键数据的在线监控,还具有专家故障诊断等多种功能。在下线诊断方面,完全基于 UDS 诊断协议开发,与其他厂家私有协议相比,具有通用性更好,安全性更高等特点,同时有效地节省了开发成本。该智能诊断软件已成功应用于我司 2022 年以后生产的新能源客车中,有效提高了调试效率、下线检测效率、售后服务效率。

参考文献:

- [1] 雷鸣亚,何志伟,曹庆环,等. 商用车纯电驱动桥下线检测研究[J]. 汽车零部件,2022(3):91-93.
- [2] 吴亮. 一种气动式商用车 AMT 变速器下线检测台架设计

- [J]. 机械工程与自动化,2021(3):119-120.
- [3] 徐希,童晓辉. 纯电动客车 VCU 下线检测仪控制策略设计[J]. 客车技术与研究,2020,42(1):38-40.
- [4] 贾贝贝,康明才. 基于 QT 的嵌入式系统文件传输上位机软件设计[J]. 电子设计工程,2022,30(3):122-125.
- [5] 李金科,宋洁. 基于数据采集系统的上位机软件设计[J]. 信息技术与信息化,2022(5):110-112.
- [6] 杜召辉,刘安东. 基于 Qt 的工业机器人上位机软件设计与实现[J]. 计算机测量与控制,2018,26(5):107-111.
- [7] 华典,韩福强,孙国治,等. UDS 协议在商用车后市场的应用[J]. 内燃机与配件,2022(7):95-97.
- [8] 何国俊. 基于 UDS 协议的新能源汽车整车控制器故障诊断研究[J]. 内燃机与配件,2022(5):127-129.
- [9] 陈睿智. 基于 UDS 协议的汽车电控单元故障诊断服务设计与实现[D]. 合肥:中国科学技术大学,2021.
- [10] 白蒲江,孟晨兴. 商用车电控单元 UDS 诊断协议栈的开发与应用[J]. 机电信息,2020(30):47-48.