

纯电动客车定速巡航控制方法研究

黄玉鹏^{1,2}, 张刚^{1,2}, 杨传开^{1,2}, 陈振国^{1,2}, 李文皓^{1,2}

(1. 中通客车股份有限公司, 山东 聊城 252000;

2. 山东省新能源客车安全与节能重点实验室, 山东 聊城 252000)

摘要:提出一种纯电动客车定速巡航控制方法。基于 MATLAB 优化整车控制模型, 整车控制器通过采集电机转速信号、踏板信号和定速巡航按钮信号来控制车辆行驶模式和电机请求扭矩值, 以实现纯电动客车的定速巡航控制。

关键词:纯电动客车; 定速巡航; 控制策略

中图分类号: U469.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-3331(2023)05-0011-03

Research on Fixed Speed Cruise Control Method for Pure Electric Buses

HUANG Yupeng^{1,2}, ZHANG Gang^{1,2}, YANG Chuankai^{1,2}, CHEN Zhenguo^{1,2}, LI Wenhao^{1,2}

(1. Zhongtong Bus Holding Co., Ltd., Liaocheng 252000, China;

2. Shandong Provincial Key Laboratory of Safety and Energy Conservation of New Energy Buses, Liaocheng 252000, China)

Abstract: This paper proposes a fixed speed cruise control method for pure electric buses. Based on MATLAB to optimize the vehicle control model, the vehicle controller controls the vehicle driving mode and the motor rotay-requested torque value by collecting the motor rotary-speed signal, pedal signal, and fixed speed cruise control button signal to achieve the fixed speed cruise control of a pure electric bus.

Key words: pure electric bus; cruise control; control strategy

目前定速巡航控制方法已在传统汽车上广泛应用,但由于电动汽车的动力系统发生了改变,导致传统汽车的定速巡航控制方法难以直接应用于电动汽车。为解决此问题,本文介绍一种纯电动客车定速巡航控制方法,当客车满足定速巡航行驶条件时,按下巡航按钮,可以使车辆保持在固定的车速行驶,减少驾驶员踩动油门踏板的次数,极大减轻驾驶员的疲劳强度^[1-4]。从而提升车辆驾驶的安全性、经济性以及操纵稳定性^[5-11]。

1 方法介绍

本文提出的定速巡航控制方法,主要由加速踏板、制动踏板、电机控制器、定速巡航按钮、整车控制器等系统配合实现。加速踏板和制动踏板的作用是

为整车控制器提供相应的模拟量电压输入信号。电机控制器的作用是将当前的电机转速值通过 CAN 线广播的形式发送给整车控制器。定速巡航按钮的作用是为整车控制器提供定速巡航硬线使能信号。整车控制器的作用,一是将读取的加速踏板和制动踏板输入的模拟量电压信号转化为加速踏板开度和制动踏板开度;二是通过车速计算方法将当前电机转速值转化成当前车速值;三是根据加速踏板开度值或制动踏板开度值、当前车速值、定速巡航使能信号实时判断整车是否进入定速巡航状态。

当车辆正常启动处于上高压状态下,驾驶员正常操作加速踏板,当车速达到 40 km/h 时,按下定速巡航按钮,整车控制器按照当前加速踏板开度,根据电机特性及内部控制逻辑,请求电机控制器输出相应的

收稿日期: 2023-06-30。

第一作者: 黄玉鹏 (1993—), 男, 硕士; 工程师; 主要从事纯电动客车整车控制策略研究工作。E-mail: huangyupeng152@163.com。

扭矩。

2 控制逻辑设计及验证

2.1 具体控制原理

纯电动客车用定速巡航控制方法的步骤为:当前车速计算、车辆行驶模式管理、巡航模式电机需求扭矩计算、整车控制器将计算的请求扭矩发送给电机控制器、驱动整车以固定车速行驶。

1) 当前车速计算。整车控制器通过接收电机控制器发出的电机转速信号 n , 根据车辆轮胎半径 r 、变速器速比 i_g 、后桥总减速比 i_o , 计算当前车辆实际行驶速度 V , 计算公式见式(1)。

$$V=0.377 \cdot n \cdot r / (i_g \cdot i_o) \quad (1)$$

2) 车辆行驶模式管理。当车辆速度大于 40 km/h、制动踏板开度小于等于 3% 时, 驾驶员按下巡航按钮, 整车行驶则进入定速巡航模式。整车控制器将按下巡航按钮时的车速作为巡航车速 V_x 以及记录按下巡航按钮时的加速踏板开度 A_p 。定速巡航模式下, 当驾驶员关闭巡航按钮或者制动踏板开度大于 3%, 或者当前油门开度大于进入巡航模式时的加速踏板开度 A_p 的持续时间超过 1 s, 整车退出定速巡航, 进入正常驱动模式。

3) 巡航模式电机需求扭矩计算。

① 将巡航按钮按下时的油门踏板开度 A_p 作为虚拟踏板开度 A_x , 通过虚拟踏板开度 A_x 与当前电机转速查表获得电机需求扭矩 T_q 。

② 将巡航速度 V_x 减去 10 km/h 后的速度 V_m 作为调速的中间参数, 当实际车速 $V > V_x$ 时电机功率 P 等于 0; 当实际车速 $V \leq V_x$ 且 $V > V_m$ 时, 电机功率 P 的计算公式见式(2); 当实际车速 $V \leq V_m$ 时, 电机功率 $P = P_r$ 。

$$P = P_r \cdot (V_x - V) / (V_x - V_m) \quad (2)$$

式中: P_r 为电机额定功率。

通过电机功率 P 计算请求扭矩 T_p :

$$T_p = 9\,550 \cdot P / n \quad (3)$$

式中: n 为电机转速。

4) 请求扭矩发送。比较查表获得扭矩 T_q 与电机计算扭矩 T_p 的大小, 取较小值作为巡航时的电机请求扭矩 T , 由整车控制器发送到电机控制器, 驱动

整车行驶。

整车控制器控制逻辑如图 1 所示。

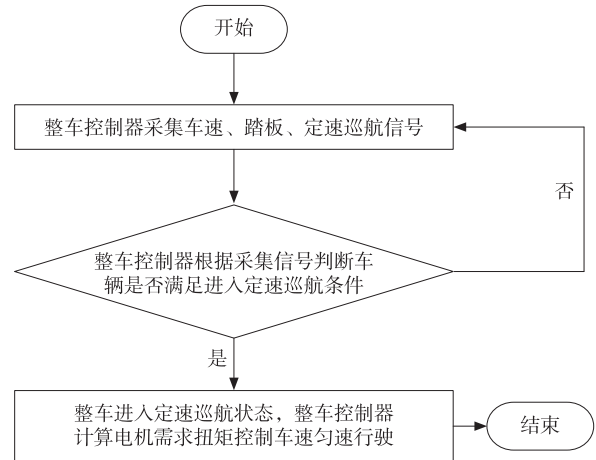


图1 定速巡航控制流程图

2.2 方法验证

2.2.1 整车控制模型优化

为提高定速巡航状态下车辆驾驶的舒适性和安全性, 根据该方法提供的控制逻辑, 需要优化整车控制模型: 将电机转速、踏板当前状态及巡航按钮逻辑增加到 MATLAB 模型中, 通过采集电机转速信号、油门踏板开度信号、制动踏板开度信号、定速巡航按钮信号控制车辆行驶模式和巡航模式电机请求扭矩值。

2.2.2 定速巡航实现

在车速小于 40 km/h 情况下, 驾驶员按下定速巡航按钮, 然后松开加速踏板, 此时整车控制器判定整车无法进入定速巡航状态; 在车速大于等于 40 km/h 情况下, 驾驶员按下定速巡航按钮, 然后松开加速踏板, 此时整车控制器判定整车进入定速巡航状态。车辆将定速巡航按钮按下时的速度和加速踏板开度作为定速巡航速度和虚拟踏板开度, 整车控制器将虚拟踏板开度和电机转速进行查表获取电机需求扭矩, 同时根据定速巡航车速和实际车速值确定电机功率值, 进而计算出扭矩值。整车控制器通过对比查表扭矩值和电机功率计算扭矩值, 取较小值作为定速巡航时的电机请求扭矩。

2.2.3 定速巡航方法验证

分别在 8 m 城市客车、10 m 城市客车、12 m 城市客车、9 m 旅团客车等多种车型上进行实车应用验证。在验证过程中, 及时采集并保存试验数据。

通过对采集到的 12 m 城市客车定速巡航行驶数据分析发现,当车速达到 69 km/h 后按下定速巡航按钮,然后松开踏板,定速巡航状态下的电机请求扭矩和车速如图 2 所示。此时整车电机请求扭矩在 184~187 N·m 之间浮动,整车保持 69 km/h 的车速,达到了预期效果。

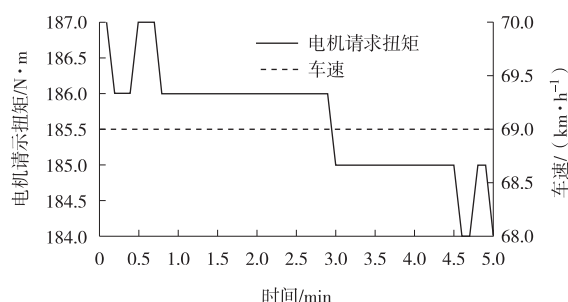


图2 定速巡航状态数据

3 结束语

本文利用整车 CAN 网络采集数据和发出指令,整车及时响应、可靠性高,且只需要软件实现,成本低。反复用该控制方法进行试验,结果表明:此控制方法能及时准确判别进入定速巡航的条件,能通过控制电机需求扭矩有效地控制车速,整车驾驶性能得到进一步提升。

参考文献:

- [1] 刘欣,孙永强,方家宝,等. 客车用定速巡航系统[J]. 客车技术与研究,2005,27(4):12-14.
- [2] 黄宝山,包凡彪. 轿车定速巡航控制系统软件设计[J]. 公路与汽运,2015(1):16-18.
- [3] 吴嘉慧,王天波,张兰春,等. 商用车定速巡航控制策略的试验研究[J]. 工业控制计算机,2023,36(4):4-7.
- [4] 张炳力,曹聪聪,白广路,等. 多模式切换的分层自适应巡航系统[J]. 电子测量与仪器学报,2019,33(6):190-199.
- [5] 臧政,霍炜,王玉海,等. 定速巡航分层控制策略硬件在环研究[J]. 机械科学与技术,2020,39(7):1100-1106.
- [6] 刘猛,张丽萍. 车辆自适应巡航控制系统的研究现状[J]. 汽车实用技术,2019(16):259-260.
- [7] 肖聪. 基于纯电动汽车平台的定速巡航系统设计与研究[J]. 汽车电器,2020(9):13-18.
- [8] 余黄军,张昕,任传喜. 汽车自动巡航控制系统控制策略与仿真[J]. 沈阳理工大学学报,2016,35(4):56-61.
- [9] 刘逸群,张利新,郑志敏,等. 一种用于纯电动客车的双闭环定速巡航控制系统[J]. 客车技术与研究,2022,44(5):1-4.
- [10] 蒋平,赵龙庆,谭泽飞,等. 基于某混合动力轿车的定速巡航控制系统研究[J]. 汽车电器,2010(11):1-5.
- [11] 包凡彪. 汽车定速巡航控制系统总体结构设计[J]. 机电元件,2014,34(6):14-17.

欢迎刊登广告

《客车技术与研究》创刊于 1979 年,国内外公开发刊,双月刊,国内邮发代号:78-115,国外发行代号:BM 2856,中国标准连续出版物号:ISSN 1006-3331;CN 50-1109/U。

本刊主要发行至客车及其配套件企业、科研单位和大专院校,深受广大读者的欢迎和好评。多年来,本刊在宣传和推广客车配件和设备等新产品、提高产品知名度、促进产品销售以及传播信息等方面发挥了重要作用,已成为客车主机厂选择配套件及设备的主要参考资料。

为了使您的产品能快速赢得市场,提高企业的经济和社会效益,我们竭诚欢迎客车(汽车)及相关企业在本刊刊登广告。

详情咨询:023-62653044。