

# 采用 CAN 总线的双电机同步控制雨刷系统控制器

闫 达, 王旭东, 孙彦成

(哈尔滨理工大学 电气与工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

**摘 要:** 目前汽车上普遍采用的单电机雨刷系统是通过机械连接实现的雨刷臂同步摆动, 这种结构具有占用空间大和故障时维修不便等缺点, 采用的双电机雨刷系统克服了这些不足, 同时还减小了系统的重量和机械噪音, 但必须采用合理的方式解决双电机的运行同步问题。针对这一问题, 设计了采用 CAN( controller area network) 总线的双电机同步控制雨刷系统控制器。搭建了控制器各部分的硬件电路, 依据雨刷臂摆动过程中约束条件, 建立了参考运行轨迹, 并通过曲线拟合的方式将实验采集到的雨刷臂的位置信息绘制成实际运行轨迹。通过主从同步控制方式, 采用 CAN 总线作为两侧控制器信息传递的通讯总线, 解决了双电机的同步控制问题, 并在实际车辆上进行了相关实验, 且已投入使用。实验结果表明: 采用 CAN 总线的双电机雨刷系统控制器能够实现雨刷臂同步稳定运行, 并且能够对其参考运行轨迹进行密切跟踪。

**关键词:** 双电机雨刷系统; 同步控制; 轨迹建立; CAN 总线

**DOI:** 10.15938/j.jhust.2018.03.020

**中图分类号:** TM33      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1007-2683(2018)03-0117-05

## Dual-motor Synchronous Wiper System Controller Based on CAN Bus

YAN Da, WANG Xu-dong, SUN Yan-cheng

(School of Electrical and Electronic Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

**Abstract:** Single-motor wiper system through a mechanical connection to swing synchronously is widely used. This structure has the disadvantages such as large space occupation, inconvenient maintenance and so on. Dual-motor wiper system overcomes all these problems and reduces the system weight and mechanical noise, but reasonable solution of synchronous operation should be adopted. To solve this problem, this design adopted dual-motor synchronous control wiper system based on CAN( Controller Area Network) bus. The circuit of the controller was built and the reference trajectories of wiper arms were established according to the constraints of the swing process while the actual trajectory was drawn through fitting the collected position information. Based on the CAN bus, the dual-motor synchronous control was realized through master-slave synchronous control method. The results of experiments show that: dual-motor wiper system controller based on CAN bus could achieve synchronous operation of the wiper arms tracking those reference trajectories.

**Keywords:** dual-motor wiper system; synchronous control; trajectory generation; CAN bus

收稿日期: 2016-05-30

基金项目: 国家自然科学基金(51177031)。

作者简介: 王旭东(1958—), 男, 教授, 博士研究生导师;

孙彦成(1992—), 男, 硕士研究生。

通信作者: 闫 达(1990—), 男, 硕士研究生, E-mail: yanda1111@qq.com.

## 0 引言

雨刷系统作为汽车安全系统的重要组成部分之一,主要用于清除风挡玻璃上的雨雪、灰尘等杂物<sup>[1]</sup>。在目前车辆前端雨刷系统中,采用较多的形式为单电机驱动同向刮刷方式<sup>[2]</sup>,左右雨刷器之间采用机械连接来实现雨刷臂的同向往复摆动。这种结构不仅体积、重量大<sup>[3]</sup>,维修也极其不便。因此许多汽车厂商提出了用电子系统替代机械连接的采用对向刮刷方式的双电机汽车雨刷系统<sup>[4]</sup>。在双电机汽车雨刷系统中,每个雨刷臂由安装在风挡玻璃两侧的两个电机分别驱动,因此它比传统的机械联动方式增加了10%的刮刷面积<sup>[5]</sup>,为汽车驾驶者提供了更好的视野,减小了视线的盲区,同时还具有体积小,重量轻,噪音低,拆卸方便等优点。

在双电机汽车雨刷系统中,两电机组件内各配备一个控制器。为了保证两个雨刷臂安全运行不发生碰撞,两控制器之间必须实现雨刷臂位置信息的实时传递,使其同步摆动,并始终保持一定的安全距离。因此如何实现位置信息快速可靠地传递并实现两雨刷臂的同步摆动成为时下研究的热点<sup>[6-9]</sup>。文[7]提出采用DSP(digital signal processing)作为主控制芯片实现多电机同步运行的一种方法,有效地提高了多电机系统同步运行的稳定性。文[8]提出了一种基于时钟的同步控制方法,为两个控制器设置不同的时钟基准,从而改善了双电机雨刷控制系统的响应速度和抗干扰性能。文[9]通过采用交叉耦合控制器,提高了双电机同步控制系统的协调性和控制精度。以上文献都没有涉及两控制器之间位置信息传递的方式,这对于两雨刷臂的同步运行和系统故障时控制器的快速响应至关重要,为此本文提出了采用CAN(controller area network)总线的双电机同步控制雨刷系统控制器的设计。采用在汽车电子系统应用广泛的CAN总线作为通讯总线<sup>[10-12]</sup>,目的是实现两个控制器之间位置信息的快速传递,且方便控制器与汽车其他电子控制单元之间进行可靠的数据交换。为对雨刷臂位置的实时检测,采用了零磨损的非接触式角度位置检测芯片。同时,为实现左右两侧雨刷臂的协调同步运行,采用了主从同步控制方式,选定司机侧的雨刷电机作为主控制对象,乘客侧的雨刷电机作为从控制对象。

## 1 采用CAN总线的双电机同步控制雨刷系统控制器结构

采用CAN总线的双电机同步控制雨刷系统控制器由司机侧和乘客侧两个控制单元组成,其中司机侧的控制单元为主控制单元,乘客侧的控制单元为从控制单元。每个控制单元主要由5个模块组成:微控制器模块,驱动模块,位置检测模块,电流检测模块,CAN总线通讯模块。其中,微控制器模块是整个雨刷控制器的核心。

本设计选用INFINEON公司的高性能、低功耗的单片机XC886作为主控制芯片。XC886是英飞凌XC88x系列增强型8位单片机<sup>[13]</sup>,集成了4个16位定时器,6路PWM信号发生器,8通道10位AD转换模块等丰富的片上外设。在设计本控制器时,外部只需要为其配备位置检测信号预处理电路,驱动电路及过流保护电路即可。

XC886内部还集成了两个节点的MultiCAN模块<sup>[14]</sup>,刚好满足控制器对于CAN节点的需求。一个用于控制器与汽车其他电子单元通讯,另一个用于主控制器将位置信息传递给从控制器。此外其内部集成的乘法/除法单元,能够快速实现16位乘除运算,大大加快了计算并更新PWM控制信号占空比的速率,使得雨刷臂位置控制更加精确。

## 2 采用CAN总线的双电机同步控制雨刷系统控制器各模块的设计

### 2.1 驱动模块设计

本设计主电路采用由4个功率MOSFET组成的H桥型拓扑结构,通过调节驱动MOSFET的PWM信号的占空比来实现电机的速度调节,其原理是通过改变电机电枢两端平均电压实现的调压调速。由于需要驱动4个MOSFET,本设计选用可独立驱动4个N沟道MOSFET的HIP4081A作为驱动芯片。该芯片最大工作频率可达1MHz,并且内部集成了欠压保护电路,同时可通过在HDEL、LDEL引脚外接电阻为PWM互补控制信号添加死区时间。DIS引脚为低电平有效的封锁芯片输出引脚。

驱动模块设计如图1所示。采用零欧姆电阻连接单片机引脚与驱动芯片,防止位于功率侧的驱动芯片工作过程中的大电流反向流入单片机损坏芯片。DIS引脚与电流箝位保护电路连接,当流过电



其在 MATLAB 中图像如图 7 中雨刷臂参考运行轨迹。

$$\theta_d(t) = 2.967 - 1.3788e^{\frac{-(t-1/2)^2}{0.1}} \quad (2)$$

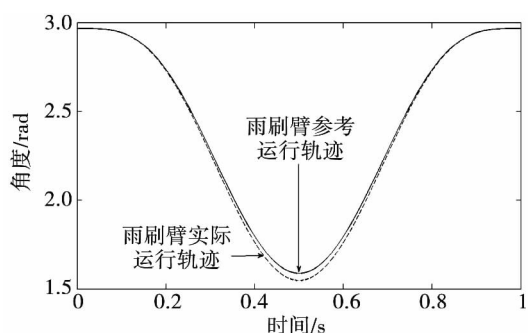


图7 司机侧雨刷臂参考和实际运行轨迹

乘客侧轨迹函数为

$$\theta_p(t) = 0.0698 - 1.3788e^{\frac{-(t-1/2)^2}{0.1}} \quad (3)$$

其在 MATLAB 中图像如图 8 中雨刷臂参考运行轨迹。

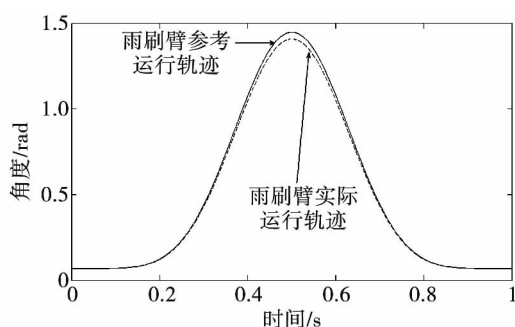


图8 乘客侧雨刷臂参考和实际运行轨迹

图 7 和图 8 中司机侧和乘客侧雨刷臂实际运行轨迹是将系统采集到的雨刷臂一个摆动周期内时间与位置对应的数据通过 CAN 总线发送给上位机,经过 MATLAB 曲线拟合后形成。可以看出雨刷臂能够紧密跟踪参考运行轨迹。

## 4 结 论

本文提出了采用 CAN 总线的双电机同步控制雨刷系统控制器的设计方法。建立了雨刷臂的参考运行轨迹,并控制雨刷臂实现了对其参考运行轨迹的跟踪,通过 CAN 总线对位置信息的传递,实现了两雨刷臂协调同步运行。实验结果表明,本控制器

控制的双电机汽车雨刷系统同步运行稳定,工作可靠。

## 参 考 文 献:

- [1] 赵岩,王哈力,蒋贵龙. 汽车智能雨刷系统的设计[J]. 电子科技,2007(2):70-72.
- [2] 邵卫. 汽车雨刷机构创新设计研究[J]. 现代制造技术与装备,2016(1):32-33.
- [3] JEAN L. On the Synchronization of a Pair of Independent Windshield Wipers[J]. IEEE Transaction on Control System Technology, 2004,12(5):787-795.
- [4] 张生平,刘继,杜琛. 新型城市轨道交通车辆雨刮器的研制[J]. 城市轨道交通研究,2013(10):48-49.
- [5] CATALIN A, CLAUDIU P. Dynamic Modeling and Control of the Windshield Wiper Mechanisms[C]. Wseas Transactions on Systems, 2009:825-834.
- [6] 徐明浩. 双电机雨刷器硬件平台与控制算法研究[D]. 长春:吉林大学,2012:24-34.
- [7] RAHUL D Pawar, SHAH S K. A Review: Front Windshield Wiper Controller System for Synchronisation of Two Wiper Motors[C] // International Conference on Pervasive Computing( ICPC). University of Southern California, 2015:100-105.
- [8] BOUDJIT K, LARBES C. A New A approach for Synchronisation Multiple Motors using DSP[C] // International Conference on Systems, Signal Processing and Electronics Engineering ( ICSSEE), Dubai,2014:216-220.
- [9] 赵海燕,陈虹,李姝,等. 基于微分平坦的双电机雨刷系统控制器设计[C] // Proceedings of the 29th Chinese Control Conference, Beijing, July 2010:29-31.
- [10] 蒋磊. 双电机驱动雨刷系统控制方法研[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学. 2014:34-38.
- [11] 王仲文,马原,段瑞珍,等. 智能窗 CAN 总线控制系统设计[J]. 哈尔滨理工大学学报,2013,18(4):20-24.
- [12] 杨建军. CAN 总线技术在汽车中的应用[J]. 上海汽车,2007(6):32-34.
- [13] 朱元,肖宇,吴志红. 基于 XC886 单片机的门控系统 LIN 总线通信模块设计[J]. 电子元件应用,2009(8):25-28.
- [14] 黄俭波,朱文. AT25256 与 XC886 的接口设计与实现[J]. 自动控制与检测,2011(5):56-59.
- [15] 曹平军,于晓东,窦珂,等. 基于 MLX90316 的磁性角度传感器设计[J]. 电子世界,2013(18):135-136.

(编辑:温泽宇)