

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2013.02.028

公交车发动机舱室内自燃火灾检测预警系统设计*

董红召, 张 飞, 季行健

(浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 针对公交车发动机舱室内自燃火灾的检测预警存在的问题, 设计了基于CAN总线的公交车发动机舱室内自燃火灾两级检测预警系统。在两级自燃火灾检测判别方法的基础上, 开发了基于CAN总线的车载式发动机舱室自燃检测判别传感网络系统的硬件和软件架构; 建立了包含自燃火灾检测的两级判别预警系统和路边基模块以及上位机信息管理系统的实验平台, 实现了车载传感系统与路边基、路边基与上位机之间实时通讯的功能和危险判别、显示功能。系统调试实验结果表明, 2个从节点每1 s采集并上传和处理1帧数据, 主节点1 s内完成2帧数据的处理和危险判别预警, 上位机能够很稳定地把主节点发送的每帧数据存储到数据库中; 从而验证了公交车发动机舱室内自燃火灾检测预警系统的稳定性和可靠性。

关键词: 公交车自燃; 火灾预警系统; 控制器局域网总线; 控制器局域网; 节点

中图分类号: TP273 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2013)02-0240-05

Fire early warning system of bus engine compartment self-igniting

DONG Hong-zhao, ZHANG Fei, JI Xing-jian

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Aiming at the exist problem of warning the bus engine compartment self-igniting, a two-stage early warning system(EWS) based on CAN technology was designed. The hardware structure and the software structure of the vehicular EWS sensor network in this system were developed. The experimental platform, including a two-stage EWS, a roadside infrastructure module and an information management system PC, was established. Meanwhile, the function of judging fire and its displaying was realized, the connection between the vehicular sensor system and the roadside infrastructure, the PC and the roadside infrastructure was achieved, too. System debugging result indicates that, two slave nodes collect, upload and process a frame data in every second; the two frame data can be processed and the danger can be warned in one second by the master node. Every frame data sent from the master node can be saved into database steadily by the PC. The two-stage EWS is verified very stable and reliable.

Key words: bus self-igniting; fire early warning system(EWS); controller area network(CAN) bus; controller area network(CAN); node

0 引 言

随着城市公交车保有量和城市高温天气增多以及公交车电气、电路的复杂化^[1]、集成化不断加强, 公交车在运行时发生自燃的数量和机率也不断攀升。例如: 成都、北京、杭州等地多次发生公交车自燃事件。公交车自燃严重威胁了城市公共交通安全, 造成了巨大的经济损失和人员伤亡^[2]。为了解决这一难

题, 研发公交车自燃火灾检测预警系统, 及早发现自燃火灾隐患是有效预防公交车自燃火灾、降低乘客生命财产损失的有效途径。

传统的公交车防火避灾措施主要有以下3种: ①配备安全锤, 灭火器; ②在发动机舱室内安装灭火弹; ③检测冷却液温度。目前, 该3种方法在客车上基本上得到了普及, 在一定程度上解决了公交车自燃火灾的问题, 降低了公交车自燃带来的威胁和损失。但

收稿日期: 2012-09-21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61174176); 杭州市科技计划资助项目(20120433B52)

作者简介: 董红召(1969-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事智能交通系统、智能汽车技术及智能制造系统方面的研究。E-mail: dhongzhao@yahoo.com.cn

是,它们各自也有很多不足之处:安全锤、灭火器^[3]属于被动安全防范设施,在自燃火灾初期不能主动发现危险;通过在发动机舱室内安装灭火弹虽能对初期的火灾信号做出反映,起到阻燃灭火的作用,但是该方式只对高温导致的自燃起作用,不能对低燃点可燃气体和闪点引起的爆燃以及远离灭火弹引爆索的自燃及时做出反应,检测冷却液温度^[4],只能避免发动机高温工作,排除一部分自燃危险。

本研究在以上3种公交车防火避灾的基础上结合现有的公交车自燃火灾技术和CAN总线信息通讯技术,设计基于CAN总线通讯的两级公交车车载自燃检测预警系统,以弥补传统方式的不足,提升防火避灾措施的时效性。

1 基于车载传感网络的检测预警系统

该自燃火灾检测预警系统主要应用于公交车发动机舱室内及车上主要电路故障引发的公交车自燃火灾危险检测和预警。该系统采用基于事件触发通

信模式的主从式CAN总线通讯结构^[5]。首先,从节点负责接收传感器采集的信号并对其进行一级阈值比较运算。然后,从节点把采集到的数据和运算结果以CAN总线的协议格式实时地上传给车载自燃火灾诊断传感网络的主节点。主节点对所有数据进行二级融合计算,并把传感数据和两级运算的结果通过CAN/无线两种方式传输给上位机。

2 系统硬件设计

2.1 传感器的选择及检测区域

获取公交车运行车况实时信息是研究公交车自燃火灾判别模型的基础工作。根据公交车运行机理,本研究把公交车正常运行的工作系统分为4类:冷却液循环系统、供油系统、进气系统、排气系统,结合公交车自燃火灾的历史事故数据确定了传感器的类型和安装位置,具体说明如表1所示。

表1中的传感器均集成了电路调理模块和数字处理模块,可直接与CAN总线从节点I/O口连接。

表1 传感器的选择和安装位置说明

类型	型号	安装区域
温度传感器	NSII 热敏电阻 U0-342	涡轮增压器与消声器之间
火焰传感器	MG-2W-1D	发动机供油系统的舱顶
氧气传感器	O ₂ p-21	发动机舱室的顶上方中间处
二氧化碳传感器	CDM4160	均不在发动机舱室内
一氧化碳传感器	MQ-7	发动机舱室内油管油路上方
一氧化氮传感器	A-21	排气歧管正上舱顶导线区上方
氯化氢传感器	HCLAC-200	舱室内导线区上方
烟雾传感器	MQ-2	发动机舱顶
电流传感器	CS1500FA	舱室主电路

2.2 从节点硬件设计

CAN总线作为一种可靠的汽车计算机器网络总线,在汽车上得到了广泛的应用,从而使得汽车计算机控制单元能够通过CAN总线共享所有的信息资源^[6]。从节点主要负责接收传感器采集的信息,并以CAN总线协议格式发送到主节点,其结构框图如图1所示。

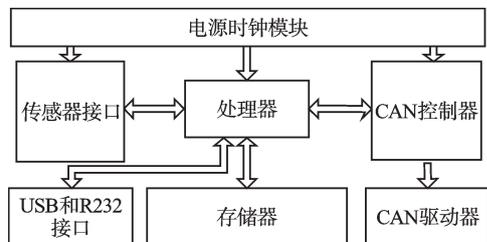


图1 从节点结构框图

CAN总线从节点是智能节点^[7],本研究采用STC89C52RC作为微控制器,SJA1000和82C250分别作为CAN通讯的控制器和驱动器,其芯片管脚连线图

如图2所示。

图2中,SJA1000的AD0-AD7接口与微控制器的P00-P07相连,SJA1000作为微控制器片外存储器映射的I/O口控制器。因此,微控制器可以把SJA1000作为扩展片外寄存器访问,并把其寄存器中的数据转化成CAN总线协议传给82C250。SJA1000的9管脚(INT1)输出的信号作为微控制器外部中断0的中断源,促使微控制器通过中断的方式响应CAN通讯事件。SJA1000的TX0脚和RX0脚分别与82C250的TXD脚和RXD脚相连,实现数据在SJA1000与物理总线之间的交互。

2.3 主节点硬件设计

主节点是该系统的核心处理器^[8-9],主要负责接收从节点发送的数据,并对其进行二级运算,同时还具有把运算的结果通过NRF24L01或CAN实时传送给路边基或上位机等功能,其结构框图如图3所示。

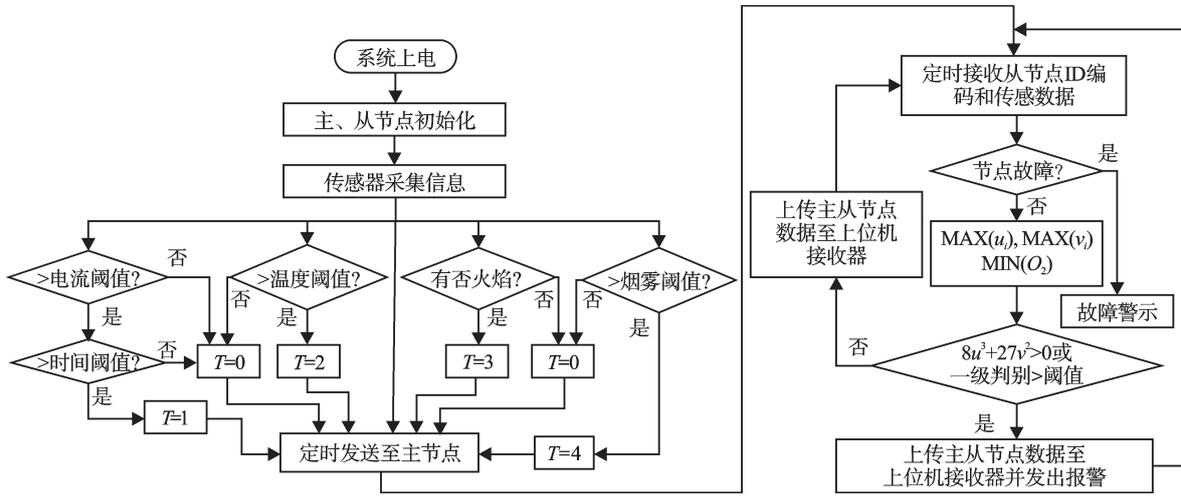


图5 主从节点程序流程图

判别是指把舱室温度、氧气浓度、烟雾浓度、通风条件、CO₂浓度、NO浓度、HCL浓度作为舱室系统的稳定性判别的输入变量。最终,系统通过主节点的无线功能模块把公交车发动机舱室内一个周期的工作状态参数发送给路边基,再由路边基传给上位机。

4 实验调试

为了使传感器采集的数据实时存储和模拟公交车运行时与控制中心实时信息交互,实验中搭建了基于阈值比较法和尖点突变模型法的两级车载式公交车发动机舱室自燃火灾判别系统和无线信息传输系统,实现了从节点对传感数据作阈值判别处理并将信息发送到主节点的功能,同时也实现了主节点对数据的二级融合处理、危险等级显示和采用CAN/NRF24L01通信方式上传数据的功能。

系统物理实验平台如图6所示。

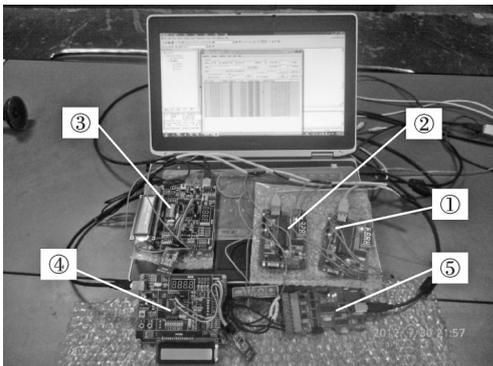


图6 系统实现的物理平台

①,②—从节点;③—主节点;④—路边基;⑤—CAN-USB的网桥模块

图6中所示的整个系统分为3个模块:其中①、②、③共同组成了基于CAN总线通讯的车载式自燃火灾判别模块,从节点①、②负责采集传感器信息并对其一级判别处理,主节点③负责接收从节点发送的信

息,并对信息进行二级判别处理。路边基④负责接收主节点信息和上传信息至上位机。网桥模块⑤负责将路边基发送的CAN格式信息转化成USB协议实现与上位机通讯。

调试系统将CAN通讯部分的两个从节点地址标识符分别设定为0x01和0x02。主节点地址标识符设定为0x00,验收屏蔽位AMR全部赋值0xFF,接收所有节点信息。数据类型采用数据帧类型扩展帧格式,每帧13个字节。其中,首字节是帧信息,定义了帧类型和格式及数据长度;1~4字节是标识符;5~13字节是数据区,其中数据区从高到低分别是温度,CO₂浓度占用两个字节,烟雾浓度,HCL浓度,NO浓度,O₂百分比含量,火焰及从节点判别结果标识位。主节点与路边基的无线通讯地址TX_ADDRESS和RX_ADDRESS宽度定义为5个字节。数据长度与CAN总线通讯字节数匹配均为13个字节。另外,NRF24L01有6个收发频道,每个路边基可以同时接收6个主节点的信息。该试验采用RX_ADDR_P0频道,并采用自应答模式。

该实验实现了系统的通讯,上位机接收数据截图如图7所示。



图7 上位机系统接收的数据截图

本研究在系统调试中还分别对各参量进行阈值设定和二级融合计算,把自燃火灾判别的安全状态等

级分为3个等级:*Normal表示没有任何参量达到或者越过阈值;*Abnormal表示有一个或者多个参量超过设定阈值,但是二级判别计算为无火灾状态;*Dangerous表示一级和二级都判定舱室有自燃火灾发生。

系统火灾判别结果预警状态显示如图8所示。



图8 系统火灾判别结果预警状态显示

在实验室的实验测试过程中,系统运行稳定,各节点的软硬件设计均达到了要求,采集的数据可靠。其中,主节点与路边基之间的无线通讯距离可达到50 m,基本满足设计要求,并可通过外置天线再提高通讯距离至100 m以上。

5 结束语

针对公交车发动机舱室内自燃火灾的预警存在的问题,本研究提出了基于CAN总线通讯的公交车发动机舱室内自燃火灾两级检测预警系统方案,并在火灾检测判别方法的基础上建立了系统实验平台。

该预警系统调试实验结果验证了基于CAN总线

的主、从节点通讯、主节点与上位机通讯以及自燃判别系统的准确性和稳定性,为车联网支持下的公交车危险检测预警技术的发展奠定了良好的研究基础。

参考文献(References):

- [1] HAMMARSTRÖM R, AXELSSON J, FÖRSTH M. et al. Bus Fire Safety [EB/OL]. [2008-08-07]. <http://www.bw.eur.army.mil/documents/Bus%20Passenger%20Fire%20Safety.pdf>.
- [2] 褚聚文,钮心德. 新型公交车发动机温度过高问题浅析[J]. 城市公共交通,2009(3):21-24.
- [3] HE-HUAN P. Design of CAN Bus and Wireless Sensor based Vehicle Tire Pressure Monitoring System[C]//Cybernetics and Applications. Hangzhou:[s.n.], 2011:978-1839.
- [4] 王 奇. 研制空间实验室烟火检测和消防系统[J]. 航天器环境工程,2004,21(14):44-50.
- [5] ALBERTSSON P, FALKMER T. A literature analysis with special focus on injury causation and injury mechanisms [J]. **Accident Analysis and Prevention**, 2005, 37 (2) : 225-233.
- [6] 于 海. CAN总线在汽车车身控制中的应用[J]. 黑龙江科技信息,2007,(12):23.
- [7] 李正军. 现场总线及应用技术[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [8] 章 欢. 基于CAN总线的火灾报警系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉理工大学信息工程学院,2008.
- [9] 赵 哲,秦会斌. 基于CAN总线的火灾报警系统的研究[J]. 机电工程,2011,28(5):594-597.
- [10] 张 珣,叶海龙. 基于CAN总线的船舶数据通信系统[J]. 机电工程,2010,27(3):89-92.
- [11] 高 俊. 基于CAN现场总线技术的智能测控系统的设计[J]. 轻工机械,2006,24(2):103-106.

[编辑:李 辉]

(上接第235页)

- [5] HUANG N E, SHEN Zheng, LONG S R, et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for non-linear and non-stationary time series analysis[C]. Proc. R. Soc. Lond, 1998:903-995.
- [6] 张义平,李夕兵,赵国彦. 基于HHT方法的爆破地震信号分析[J]. 工程爆破,2005,11(1):1-7.
- [7] 宋倩倩,于凤芹. 基于Hilbert-Huang变换和听觉掩蔽的语音增强法[J]. 声学技术,2009,28(3):280-283.
- [8] 李天云,赵 妍,韩永强,等. Hilbert-Huang变换方法在谐波和电压闪变检测中的应用[J]. 电网技术,2005,29(2):39-43.
- [9] 伍青安,袁 越,吴博文,等. 基于Hilbert-Huang变换的风电场闪变[J]. 电网与清洁能源,2011,27(4):73-77.
- [10] 段生全. 高精度时频分析及应用[D]. 成都:成都理工大学信息工程学院,2005:15-50.
- [11] MAREIM I, TAREK K. Abdel-Galil, Ehab F. El-Saadany, et al. Hilbert Transform based control Algorithm of the DG Interface for voltage flicker mitigation [J]. **IEEE Transactions on Power Delivery**, 2005, 20(2): 1129-1133.
- [12] 粟时平,刘桂英. 现代电能质量检测技术[M]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [13] 周 文,毛志芳,毛志强. 电压闪变算法的MATLAB仿真及DSP实现[C]. 中国国际供电会议,2008.
- [14] 国家标准化管理委员会. GB/T 12326-2008 电能质量电压波动与闪变[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [15] 盖 强,张海勇,徐晓刚. Hilbert-Huang变换的自适应频率多分辨率分析研究[J]. 电子学报,2005,33(3):563-566.

[编辑:李 辉]