DOI: 10.3969/j.issn.1001-8972.2012.23.043

基金项目:宁夏自然科学基金项目(NZ1151)

危险品车辆运输途中状态监测系统的设计

刘大铭 马克军 马天成

宁夏大学物理电气信息学院,宁夏 银川 750021

A State Monitoring System for Hazardous Chemicals in Vehicle Transportation Liu Daming , Ma Kejun , Ma Tiancheng

Ningxia University, Ningxia Yinchuan, 750021, China

摘 要

危险化学品由于自身的危险性,在运输中若发生交通事故或泄漏事故,不仅会车毁人亡,而且会引发燃烧、爆炸、腐蚀、毒害等一些严重的灾害事故。本文提出基于嵌入式web技术、3G网络技术以及Zigbee技术设计出危险品车辆运输途中状态信息实时监测系统。监测系统在车辆内部的通讯时采用Zigbee技术,系统将采集的状态参量通过3G网络发送到远程的监控中心,从而达到对危险品运输车辆的无线监控。

关键词

3G危险品; Zigbee; 嵌入式Web; 状态监测; CGI

Abstract

As the danger in the hazardous chemicals, the traffic accidents or leakage accidents in the transportation will cause serious car crash and even some disasters such as fire, explosion, corrosion or poison. In this article,we design a real-time state monitoring system for hazardous chemicals in vehicle transportation based on the technology of embedded web, 3G network and the Zigbee. In this state monitoring system,We choose the technology of Zigbee in communication in the interior of the vehicle. The system will send the state parameters which are collected by the sensors to the remote monitoring center by the 3G network. Thus, the state during the hazardous chemicals transportation can be monitored by the wireless network.

Keywords

3G; hazardous chemicals; Zigbee; embedded web; state monitoring; CGI

随着世界经济和国际贸易的发展,货物运量急速增大,其中危险货物的运量也在逐年增加。危险货物^[1]具有易燃、易爆、剧毒、腐蚀、放射性等特性。危险品在运输过程中其潜在危险性依然存在,尤其是其在运输过程中发生的如火灾、爆炸、泄露、中毒、污染等将是跨地区、跨行业的危险事故,对沿线周围居民、动植物以及生态环境造成极大损害^[2]。

由于缺乏对危险品运输全过程实时、动态、有效地监控和管理,使得危化品运输事故频繁出现^[3],危险品运输问题引起党和国家、各级地方政府的高度重视,相继出台了一系列针对危化品运输车辆如何规范运作的法律、法规、标准和规定^[4]。随着科学技术的迅速发展,危险品道路运输车辆监控系统也在不断更新。充分利用计算机技术、先进的通讯技术、可视化技术和自动控制等技术构建危险品道路运输车辆监控预警系统是提高运输车辆安全行驶的有效方法。

1 系统的设计方案

1.1 监测状态参量及传感器选型

要实现对危险品运输车箱内的状态信 息实时监测,首先需要确定对不同危险品的 运输所要监测的基本状态参数,根据危险品 的自身的性质必须考虑到以下几个因素: 首 先温湿度的变化对大部分危险品的性质和 危险性都会产生影响; 其次某些气体危险品 的泄漏可以导致人体中毒、燃烧、爆炸等事 故,并且这些事故在危险品运输途中最为常 见。可见温度、湿度、烟雾以及可燃性气体 浓度这四个参量应作为必要监控参量。另外 为了防止其他人误入车内和发生盗窃的情况 发生,车厢配有电子锁,此电子锁的状态也 是实时的被监控中心所监控。为了能使监控 中心实时掌握危险品运输车辆的动向,所 以该系统必须有GPS (Global Positioning System)功能。

1.2 系统整体结构设计

危险品车辆状态监测系统主要由嵌入式web服务器和Zigbee状态采集节点构成。嵌入式Web服务器是以ARM(S3C6410)处理器为核心,其外围设备有USB的3G网卡、SD卡、LCD显示屏等。3G网卡主要用于监控中心实时的访问到嵌入式web服务器,SD卡用于存储车辆状态参量。Zigbee状态采集节点包括车厢内温度、湿度、可燃气体浓度,烟雾等,其具体的结构框图如图1所示。



图1 系统结构框图 1.3 系统功能

车载系统除了可以实时地上报数据,也可接收监控中心的控制命令.不仅能对危险品运输车辆进行实时、校准和远程无线数据传输,还能向用户提供远程查询及预警等功能

(1)状态信息采集:车载监测系统利用传感器和Zigbee模块构建无线传感器网络对车厢内温湿度、可燃气体浓度等参量进行检测并且传给嵌入式web服务器。除此之外系统结合GPS模块还能实时采集车辆地理坐标,方便监控中心东车辆进行定位。

(2)信息的存储:系统设计里SD卡接口,将采集的车辆状态数据及时的保存在SD中,方便数据的处理和查询。

(3)报警功能:系统设置了各个状态的安全值范围,当有参量超出安全值范围这就意味着存在安全隐患,系统此时将会自动报警提示是运输司机及时排查安全隐患。

(4)防盗功能:危险品运输车辆车厢 在运输过程中车厢门是被电子锁锁闭的,并 且监控中心能实时监控锁的开启状态,这样 有效的防止被盗和其他人误入危险品车辆内 造成的危险事故的发生,另外监控中心可以 发送开锁命令将电子锁打开。

2 硬件设计

系统硬件设计主要由嵌入式Web服务器 硬件平台和ZIgbee状态数据采集节点的硬件 设计组成。

2.1 嵌入式服务器硬件平台及外围结构设计

系统采用的ARM+linux体系结构。 在本设计中嵌入式Web服务器的运行平 台选用的是Tiny6410开发板,Tiny6410 是一款以ARM11芯片(三星S3C6410)作为 主处理器的嵌入式核心板,该CPU基于 ARM1176JZF-S核设计。Tiny6410核心板 具有LCD接口、标准DB9五线串口、Mini USB 2.0接口、USB Host 1.1、SD卡座、 蜂鸣器、以及4路TTL串口等接口。由于 本系统是基于联通的3G网络,网卡采用 的是型号为E261华为生产3G网卡,网卡是 USB接口,而服务器和Zigbee状态采集节 点通讯是通过ZIgbee协调器来完成的,对于 Zigbee协调器和ARM控制器是通过标准的 DB9无线串口来完成通讯, GPS是通过TTL 串口和ARM控制器实现数据的传输,因此 Tiny6410核心板完全满足本次设计要求, 无需扩展新的接口,其详细的硬件接口如图 2所示。

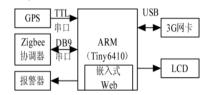


图2 嵌入式Web硬件平台及其外围接口 2.2 Zigbee状态采集节点的设计

危险品运输车厢内部状态检测的通讯技术采用的是Zigbee技术。ZigBee无线网络技术是一种近距离、低复杂度、低数据速率、低功耗、低成本的双向无线通信技术,其数据传输速率在10kb/s~250kb/s之间,两个网络节点之间的单跳距离为10m~75m^[6]。本设计采用的Zigbee模块是CC2530,CC2530是ZigBee联盟设计的一款真正的SOC解决方案,它集合了增强型8051微控制内核,前端设有RF无线收发功能,8KB的RAM,强大的AES-128安全加密功能,2个USART,可支持多种串行通信协议,具有CC2530F32/64/128/256KB四种不同的FLASH版本,有12位分辨率可配置的ADC和8路输入,通用GPIO口21个[7]。

2.2.1 电源电路

由于CC2530工作电压时3.3V,而供电电源是5V的电压,并且气体传感器工作电压也是5V,为了能使各个部分都能正常共作,电路中必须有将 5V的直流电源转换稳定3.3V电源,电路中采用的3.3V的稳压芯

片是AMS1117,具体电路如图3所示。

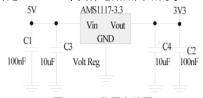


图3 3.3V稳压电路图 2.2.2 温湿度采集节点接口电路

温湿度传感器选用广州奥松电子有限公司的AM2305数字式温湿度传感器。它的测温范围是-40 ~125 ,精度±0.2 ,分辨率0.1 ,测湿范围是0~100RH%,精度±2RH%,分辨率0.1RH%,完全可以满足测量要求,AM2305的接口电路设计如图4所示,图4中AM2305的网络标号在CC2530的P1_2引脚上。



2.2.3 烟雾、可燃气体浓度采集节点接口电路

烟雾和可燃气体的浓度检测的传感器 选用ZYMQ-2气体传感。气体传感器所使 用的气敏材料是在清洁空气中电导率较低的 二氧化(SnO₂)。当传感器所处环境中存在可 燃气体时,传感器的电导率随空气中可燃气 体浓度的增加而增大,适用于液化气、丁 丙烷、甲烷、酒精、氢气、烟雾等监测 装置。使用简单的电路即可将电导率的变化 转换为与该气体浓度相对应的输出信号。下 图5是气体传感器ZYMQ-2信号调理电路。 信号放大芯片选用的是LM393,此电路有 两路输出,其中DOUT为TTL电平输出,低 电平有效,可变电阻RP是调节输出的灵敏 性,而AOUT是气体的浓度转化为0V~5V 模拟量电压输出。由于CC2530的工作电压 时3.3V,而DOUT和AOUT的输出最大电 压时5 V , 所以DOUT和AOUT必须经分 压电路才能接入到 CC2530的I/O口上。 DOUT对应接在CC2530的P1_4口上用于检 测车厢内是否有烟雾及可燃等气体达到报警 值,报警值通过RP变阻器来调节。AOUT 对应接在CC2530的P0_0口上用于检测气体 浓度的大小,为服务器和监控中心提供数 据。

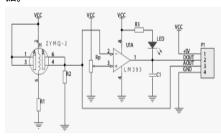


图5 ZYMQ-2气体传感器信号调理电路原理图 2.2.4 电子锁控制接口电路

电子锁的接口相对比较简单,除了电源和接地外只有两根信号线,一根作为电子锁是否处于锁闭状态信号检测,接在CC2530的P1_5引脚上,另一根是开锁信号线,接在CC2530的P1_6引脚上。电路图如图所示。

3 系统软件的实现

根据硬件和系统的功能要求系统的软件包括传感器驱动的实现、利用Zigbee技术实现数据的传输及嵌入式Web服务器应用程序的开发等。

3.1 传感器驱动

AM2305温湿度传感器采用的是单总线通信,单总线即只有一根数据线,系统中的数据交换、控制均有数据线SDA完成。SDA用于微处理器CC2330与AM2305之间的通讯和同步,采用单总线数据格式,一次传送40位数据,高位先出。具体的通信时序如图6所示。

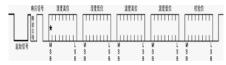


图6 AM2305单总线通信协议时序图 ZYMQ-2气体传的输出信号是模拟量,CC2530的P0口可以通过程序配置成ADC端口,编写读取程序代码即可实现气体浓度的测量。GPS模块的接口是串口,在linux下编写串口读取程序就能实现GPS数据的读取。

3.2 Zigbee通信

本设计中Zigbee拓扑结构采用的星型网络结构,Zigbee协调器作为星型网络的中心节点,在一个ZigBee网络中只有一个协调器。它的作用主要是负责启动和配置一个网络,允许数据采集终端设备的加入,负责绑定表的维护和负责整个网络的正常通信等。当一个网络启动和配置好之后,此时Zigbee协调器主要负责完成从数据采集终端节点接收数据并将接收的数据通过串口发送到上位进行处理。Zigbee协调器的工作流程如图7所示。

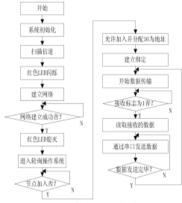


图7 Zigbee协调器工作流程图

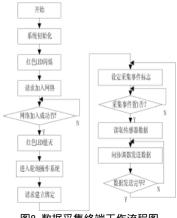


图8 数据采集终端工作流程图

数据采集终端节点的任务主要是实现请求网络的加入和退出,绑定的请求,对传感器的数据进行采集和发送等功能,工作流程图如图8所示。

3.3 嵌入式web服务器

嵌入式动态web技术软件系统由三部分构成:Web Server、操作系统、和应用软件。在本设计中,服务器选用开源的Boa,操作系统选用linux系统,应用软件包括:Web Server上的HTML页面、CGI等。其程序结构框图如图9。CGI(Common Gateway Interface) 是外部应用扩展程序与WWW服务器交互的一个标准接口。按照CGI标准编写的外部扩展程序能够处理客户端浏览器输入的数据,从而完成客户端与服务器的交互、实现动态Web技术。通过CGI可以实现静态HTML 网页无法实现的功能,比如:基于Web的搜索引擎、基于Web的数据库访问、客户端与服务器的交互等等



图9 基于CGI的动态Web技术程序结构框图在Iinux系统上移植Boa服务器的过程如下:

(1)到www.boa.org下载软件包并解压到相关目录。对Boa源码进行交叉编译.此过程中需要在/boa/src/configure文件中添加CC与CPP交叉编译选项,同时还要对Makefile 文件中CC与CPP选项做同样的改动,改后如下:

CC=/usr/local/arm/2.95.3/bin/ arm-linux-gcc

CPP=/usr/local/arm/2.95.3/bin/ arm-linux-gcc -E

(2)编译:进入解压文件src目录执行make命令,编译Boa后即在/src目录下生成可执行文件Boa

将编译好的程序放入arm根文件系统的 /bin目录下

对boa.conf文件进行配置。主要完成对Boa 运行的端口号、Server根目录、log、HTML文件、CGI文件目录及可读写的temp目录的属性的设置。

在linux系统上3G网卡的驱动实现过程

(1)向linux内核添加3G模块的驱动(USB转串口的驱动)和ppp协议的支持,交叉编译并下载内核到开发板。Linux内核版本是linux-2.6.32.2,进入内核目录输入make menuconfig命令,进入Device Drivers- USB support- <*>USB SerialConverter support- 选择[*]USB Generic Serial Driver和<*>USB driver for GSM and CDMA modems并且保存。到此3G模块驱动添加完成,接下来进行ppp协议支持的添加(下面所示的几个选项必选)。

Device Drivers - -

Network device support ---

<*>PPP(point-to-point protocol)
suppo

下转第114页 ▶▶

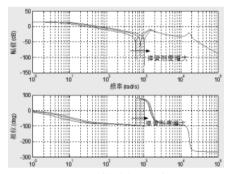
Fransportation

由系统的传递函数式(2-4)可知,影 响此主动加载系统性能的参数有很多,其中 负载弹簧刚度K和负载质量m是主要的影响 因素。当负载弹簧刚度K增大时,惯性环节 的转折频率增大,系统的穿越频率增大;反 谐振频率和第一个综合谐振频率之间的间距 减小,有利于系统的稳定。弹簧刚度K的变 化对第一个综合谐振频率的影响较小,对第 二个综合谐振频率没有影响。当负载质量m 增大时,对低频段几乎没有影响,惯性环节 的转折频率和系统的穿越频率几乎不变。高 频段反谐振频率和第一个综合谐振频率减 小,但是两者之间的间距几乎保持不变,这 样对系统的稳定性不利;

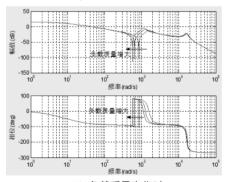
由于加载被试件的刚度和质量都会随着 不同的试件存在较大的变化,为了保证系统 的稳定性以及消除系统的稳态误差,需要按 照最小试件的刚度分析系统的稳定性来进行 加载系统的设计。根据被试件的特性调节系 统的增益,同时可以采用滞后校正控制器, 抬高系统低频段的增益以提高系统的响应速 度。

4 试验验证

为了对上两节进行的系统建模和仿真分 析的结果进行验证,对负载质量确定而不同 负载刚度情况下的加载系统特性进行频率特 性测试,刚度变化时系统的频率特性测试结 果如图4-1(a)所示。在负载基本刚度不变 负载质量变化时系统频率特性测试结果如图 4-1(b)所示。



(a) 弹簧刚度变化时

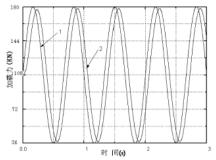


(b) 负载质量变化时 图4-1 变参数时加载系统频率特性

通过负载刚度及负载质量的变化测得的 系统频率特性的试验曲线可以看出在负载质 量m一定的前提下,提高负载弹簧刚度K可 以提高加载系统的频宽,并且有利于系统的 稳定性。在负载弹簧刚度K一定的前提下, 降低负载质量m可以提高加载系统的反谐振 频率,对系统的稳定性有利。

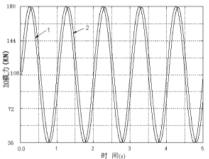
为了提高系统加载的稳态精度,采用滞 后校正控制器抬高低频段的增益,同时不影 响高频的相频特性。采用滞后校正控制器前

加载系统对某型轨枕进行预载为108KN周 期为1.5Hz幅值为72KN正弦加载时的试验 曲线如图4-2所示。采用滞后校正控制之后 的试验曲线如图4-3所示。



曲线1为给定加载指令信号;曲线2为实际反馈 加载信号

图4-2 未采用滞后校正时加载系统特性



曲线1为给定加载指令信号;曲线2为实际反馈 加载信号

图4-3 采用滞后校正时加载系统特性 通过实验曲线对比可以看出,在加载条 件不变的情况下,采用滞后校正控制器可以 有效提高加载系统的稳态精度。

5 结语

采用液压驱动作动器的加载试验系统能 够满足高速铁路轨枕及扣件等部件的加载试 验要求。加载系统的特性主要受到被试件刚 度和被试件质量的影响,被试件刚度过小或 者被试件质量过大均会影响到加载系统的稳 定性。在根据被试件最小刚度设计好的加载 系统后,为了适应不同试件需要对系统参数 进行调节。采用之后校正控制器可以显著提 高加载系统的稳态加载精度。

参考文献

[1]于春华.铁路钢轨扣件发展综述.铁道标准设 计,2006.188-191

[2]盛伟,付传锋.高速铁路扣件类型与应用.金

属加工,2010年第7期.31-35 [3]冯树琴,李瑞,高速铁路扣件对钢轨横向变 形影响分析.山西建筑,2007年11月第33卷第 31期.267-269

[4]李洪人.液压控制系统.国防工业出版社, 1990,8

[5]于春华.漫话铁路钢轨扣件.铁道知识,2005

[6]朱胜利,张宏亮,孙京等.建轨道扣件及 减振综合试验平台的研究与设计 都市快轨交 通,2011年6月.第24卷第3期.26-29

[7]鄢景华.自动控制原理,哈尔滨工业大学出 版社,1996,5

◀◀ 上接第90页

r[*]PPP multilink support (EXPERIMENTAL)

<*>PPP support for async serial po rts

<*>PPP support for sync tty ports

<*>PPP Deflate compression

<*>PPP BSD-Compress compression 完成这些步骤之后,可以进行内核 的交叉编译,退出make menuconfig,输 Amake zImage ARCH=arm CROSS_ COMPILE=arm-linux-,编译生成的内 核映像文件位于当前内核源代码文件的/ arch/arm/boot目录下,将生成的内核映像 文件下载到板子上。

(2)交叉编译好工作源代码ppp-2.4.4,得到pppd和chat。拨号所用到的程 序就是ppp-2.4.4/pppd下的pppd和ppp-2.4.4/chat下的chat可执行程序,将交叉编 译出来的这两个应用程序拷贝到开发板/ usr/sbin目录下,更改其属性为可执行文

(3)配置拨号的脚文件:拨号上网需 要的配置wcdma,wcdma-chat-connect, wcdma-chat-disconnect这3个文件,这三 个配置文件存放位置为/etc/ppp/peers。

本文设计的危险品运输状态实时监测 系统, 能够有效实现对危险品运输全程跟踪 与监测; 首先通过本地实时报警和远程实时 报警,将会减少或避免事故的发生,其次远 程可以监控危险品运输车辆车厢电子锁的状 态,并可以发送控制命令对其控制, 确保 了危险品运输的安全,对提高危险品运输安 全, 保护环境具有重要意义。此外, 通过整 合Zigbee技术与GPS、3G以及传感采集技 术在嵌入式平台上开发的应用系统,可对 车、人、货物或运输工具进行实时动态监 控,在现代物流过程监控中拥有非常广泛的 应用前景。

参考文献

[1]GB6944-2005,中华人民共和国国家标[S] [2]秦玉,姚振强.危险品集装箱状态实时监测 系统设计[J].机械设计与研究,2008,6(24)):98-

[3]方来华,刘 骥,魏利军.危险品运输车辆监 控预警系统设计与开发[J].中国安全科学学 报,2008,6(18):109-115

[4]中华人民共和国安全生产行业标准.危险化 学品道路运输安全监控车载终端[S].AQ3004 -2005. 2005

[5]杨大千,梅大成.基于ARM9和Linux的嵌入 式动态Web技术设计与实现[J].工业控制计算 机,2006,8(19):45-46

[6]邢晓敏,李波,陈静.电力高压触点温度 无线监测系统的研发[J].电力系统保护与控 制,2010,22(38):174-178

[7]CC2530:A True System-on-Chip solution for 2.4GHZ IEEE 802 . 15.4/ZigBee

作者简介

刘大铭(1969-).男,汉族,宁夏中卫人 副教授,硕士,主要从事智能仪器与过程控制 工程研究。