

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<sup>[1]</sup>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<sup>[2]</sup>。

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<sup>[3]</sup>,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<sup>[4]</sup>。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

要实现危险品运输车厢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。

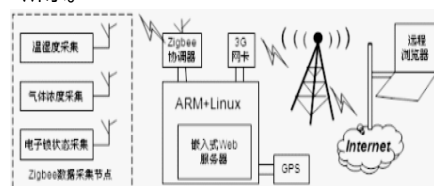


图1 系统结构框图

### 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,方便监控中心对车辆进行定位。

(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。

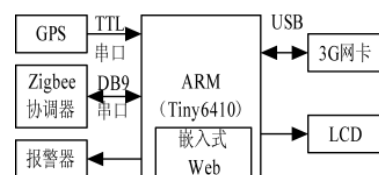


图2 嵌入式Web硬件平台及其外围接口

### 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<sup>[6]</sup>。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,它集成了增强型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<sup>[7]</sup>。

#### 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



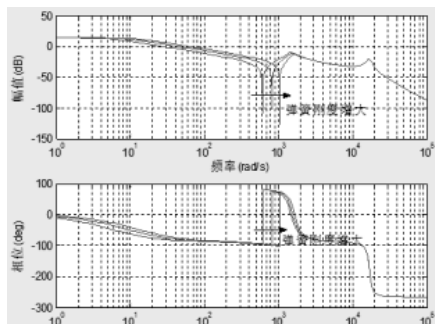


由系统的传递函数式(2-4)可知,影响此主动加载系统性能的参数有很多,其中负载弹簧刚度 $K$ 和负载质量 $m$ 是主要的影响因素。当负载弹簧刚度 $K$ 增大时,惯性环节的转折频率增大,系统的穿越频率增大;反谐振频率和第一个综合谐振频率之间的间距减小,有利于系统的稳定。弹簧刚度 $K$ 的变化对第一个综合谐振频率的影响较小,对第二个综合谐振频率没有影响。当负载质量 $m$ 增大时,对低频段几乎没有影响,惯性环节的转折频率和系统的穿越频率几乎不变。高频段反谐振频率和第一个综合谐振频率减小,但是两者之间的间距几乎保持不变,这样对系统的稳定性不利;

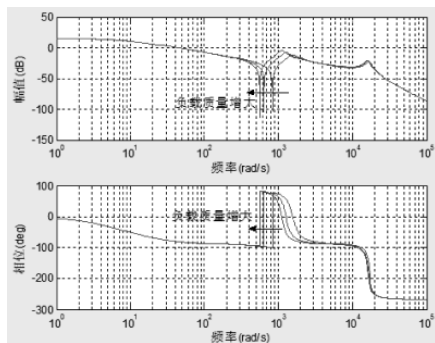
由于加载被试件的刚度和质量都会随着不同的试件存在较大的变化,为了保证系统的稳定性以及消除系统的稳态误差,需要按照最小试件的刚度分析系统的稳定性来进行加载系统的设计。根据被试件的特性调节系统的增益,同时可以采用滞后校正控制器,抬高系统低频段的增益以提高系统的响应速度。

#### 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



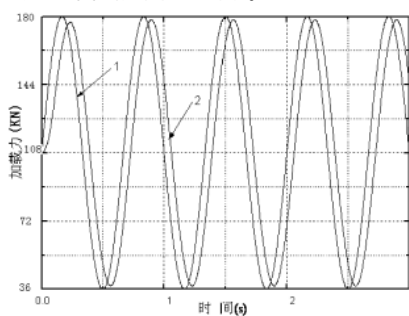
(b) 负载质量变化时

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。

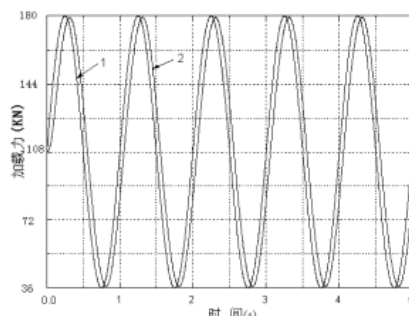
为了提高系统加载的稳态精度,采用滞后校正控制器抬高低频段的增益,同时不影响高频的相频特性。采用滞后校正控制器前

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

采用液压驱动动作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,付传峰.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(1)
- [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]郝景华.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
入make 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件。

(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这三个文件,这三个配置文件存放位置为/etc/ppp/peers。

#### 4 结语

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准[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):98-101
- [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。