

基于 CAN 总线的电力电缆沟道监测系统设计

陈 瑶, 孙万蓉, 李 阳, 孟 超

(西安电子科技大学 电子工程学院, 陕西 西安 710071)

摘 要: 提出了一种新的基于 CAN 总线和以太网的电力电缆沟道监测系统设计方案, 该监测系统是具有信息采集、A/D 数据转换处理、数据存储、CAN 总线传输、彩色液晶显示、以太网光纤传输等多功能的多节点监控、检测及控制网络。在监测和控制过程中, 数据采集与传输层通过 CAN 总线将采集到的沟道信息传送到数据显示与控制层。设计的数据显示与控制层用作 CAN 总线和以太网之间的一个内嵌 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 实时操作系统的网关设备, 它通过构建的 TCP/IP 协议栈实现了两种协议的转换, 并将信息以 IP 包的形式发送给信息管理层。基于 JSP 技术的信息管理层, 实现了多沟道、多传感器信号的调试、联合监测。该监测系统能监测甲烷、一氧化碳、二氧化碳、温度、液位、入侵、烟雾和硫化氢。实际应用表明, 该系统稳定、可靠、有效, 是一种较全面的电力电缆沟道监测系统。

关键词: CAN 总线; ARM7; 以太网

中图分类号: TN913

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)11-0048-04

Design of the monitor system for power cable trench based on CAN bus

CHEN Yao, SUN Wan Rong, LI Yang, MENG Chao

(School of Electronic Engineering, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: The monitor system for power cable trench brought up in this paper is a novel design based on CAN bus and Ethernet. It can monitor, detect, control the cable trenches and has many functions like information collecting, A/D conversing, data processing and storing, color LCD display, CAN bus and Ethernet transmission. During the monitor procedure, the data collecting and transmission layer collects information from trenches and sends them to the data displaying and controlling layer. The data displaying and controlling layer embedded $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ is designed as a gateway between the CAN bus and Ethernet. Through a constructed TCP/IP protocol stack, the data displaying and controlling layer sends information to the information management layer in form of IP packets. The information management layer is a software system based on JSP, it can debug and combine monitoring signals from trenches and sensors. The system can monitor information of methane, CO, CO₂, temperature, liquid level, intrusion, smoke and H₂S in trenches. The results of practical application indicate that the monitor system for cable trench can work stably, reliably and effectively.

Key words: CAN bus; ARM7; Ethernet

电力电缆沟道纵横交错、沟道内电缆密集、环境恶劣, 不便于人工实时监控。为监测可燃、有毒、有害气体, 预防不法分子的入侵, 保障输配电线路的安全, 本文提出了一种基于 CAN 总线及以太网传输的分层式电力电缆沟道监测系统。该系统将采集到的各通道传感器数据高速、实时地传送到上位机, 上位机将信息以 IP 包的形式发送给信息管理层。从而实现对多个分散的沟道实

时状态的采集、监测和传输显示, 达到防爆、防潮、防毒、防入侵的目的。

1 监测系统结构设计

本系统采用 3 层式结构: 数据采集与传输层、数据显示与控制层以及信息管理层, 系统总体结构如图 1 所示。其中, 数据采集与传输层包含很多个节点, 每个节点由一个下位机构成, 每个下位机可以采集 8 个传感器的

网络与通信 Network and Communication

信号。采集到的数据,经过 CAN 总线被传输到数据显示与控制层。数据显示与控制层由上位机构成,上位机主要完成参数的设置、彩色液晶屏显示以及对数据协议转换,并通过以太网控制器再将数据传送到信息管理层的 PC 机上,PC 机对接收到的数据进行存储、管理、显示。

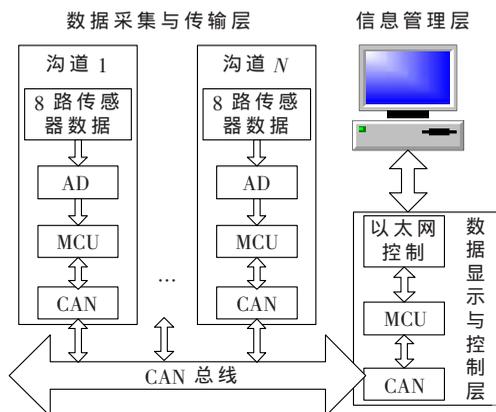


图1 电力电缆沟道监测系统框图

2 系统硬件电路设计

本系统采用的是分层式多 CPU 结构,下位机与上位机之间采用 CAN 总线进行多主串行式通信,上位机与 PC 机之间通过以太网进行数据传输。虽然上位机与下位机都采用 LPC2292 作为核心控制芯片,但是它们的外围电路及具体作用却不尽相同。

2.1 数据采集与传输层电路设计

数据采集与传输层由多个下位机组成(如图2所示),而每个下位机可以采集1~8路监测信号,分别为甲烷、CO、CO₂、温度、液位、入侵、烟雾和 H₂S。其中,甲烷、CO、CO₂、温度、液位和 H₂S 的传感器输出为模拟信号,需经过调理电路、A/D 转换等处理。而烟雾和入侵传感器的输出为开关量,只需要使用 MCU 的通用 I/O 口控制即

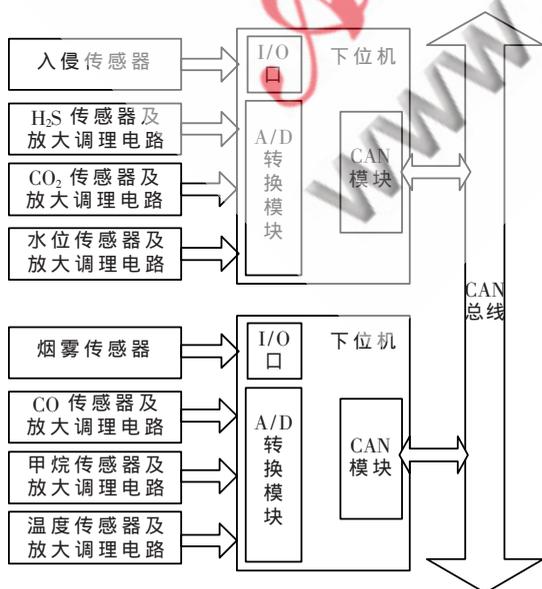


图2 数据采集与传输层框图

可。每个下位机都包含一个 CAN 模块,用来将采集到的各通道传感器数据通过 CAN 总线发送到数据显示与控制层。

本系统使用 LPC2292 MCU,它是一款飞利浦公司生产的内嵌 ARM7TDMI-S™ 的 16/32 位嵌入式微处理器,自带 256 KB 高速 Flash 存储器,功耗低并具有 8 路 10 位 ADC 和 2 路 CAN 通道^[2]。

下位机包含 8 路不同的传感器通道,通道信号的调理电路由 LF347 运算放大器实现,采集到的模拟信号经 LPC2292 内嵌的 8 路 10 位 ADC 模块完成信号的 A/D 转换。该 A/D 转换器的基本时钟由 VBP 时钟提供,电压输入范围为 0~3 V。实际应用中只需改写 A/D 控制寄存器(ADCR-0xE0034000)和 A/D 数据寄存器(ADDR-0xE0034004)即可完成对 A/D 转换器单元的 8 路输入管脚 AIN0~AIN7 的采集操作。采集到的入侵、烟雾等数字信号可通过 LPC2292 的通用 I/O 口进行处理。

数据采集与传输层的另外一个重要任务就是将采集到的数据通过 CAN 总线发送到数据显示与控制层。CAN 总线(也称控制器局部网)与一般的通信总线相比,它的数据通信距离更长,可靠性、实时性更好^[3]。当同时传送多个传感器的数据时,LPC2292 自带的 CAN 控制模块,通过使用可识别所有总线的 11 位和 29 位 Rx 标识符来解决总线访问冲突。本系统使用带隔离的通用 CAN 收发芯片 CTM8250T,它将 CAN 控制器的逻辑电平转换为差分电平,且具有 DC 2 500 V 的隔离功能,总线数据波特率可达到 1 Mb/s。为了使 CAN 总线通信更加稳定,系统采用双绞线作为传输介质,另外在 CAN 总线上外接 2 个 120 Ω 的匹配电阻。当 CAN 总线通信中断时,系统可以将数据暂存在扩展存储模块中,保证数据不会丢失。一旦链路畅通,立刻将数据传输到上位机(即数据显示与控制层)。

2.2 数据显示与控制层电路设计

数据显示与控制层结构如图3所示。数据显示与控制层由上位机构成,上位机主要完成对各个 CAN 节点数据的接收、存储、显示,通过键盘操作实现参数设置,通过彩色液晶屏(LCD)进行各传感器状态信息的实时显示。上位机利用以太网接口电路将采集到的各个传感器数据通过网线发送到信息管理层的 PC 机上。

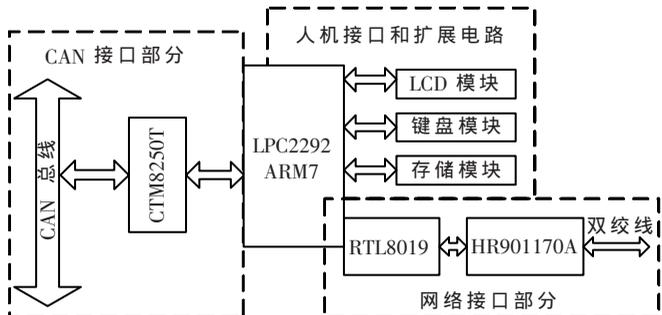


图3 数据显示与控制层框图

网络与通信 Network and Communication

上位机仍然使用 LPC2292 自带的 CAN 控制器以及 CAN 收发器 CTM5280T 作为 CAN 传输模块。为方便监测沟道的实时状态,为上位机设置了 7 英寸、256 色、点阵式彩色液晶屏。键盘操作采用 4×5 行列式,逐行扫描法,占用 9 路 I/O 端口,共 20 个键,分别为:0~9 数字键、上下左右方向键、复位、删除、设置、返回和确认键。液晶屏显示的主要内容依次为:开机画面、自检、正常工作状态画面以及系统参数设置等。自检画面会显示各个节点、各个通道传感器的状态,即正常、错误和未安装。若为正常状态,将显示具体某个沟道的某个节点的状态,如:温度、燃气、水位等传感器的具体数值及入侵、烟雾传感器的标志值。系统参数设置包括 IP 设置、时钟设置、电站设置、沟道设置、节点设置、通道设置、密码设置、液位阈值和状态信息。利用键盘,可设置需要监测的变电站编号、沟道号和节点、通道的开关状态。还可以随时设置和更改密码、时间及本机和服务器的 IP 地址,系统参数设置屏实物图如图 4 所示。



图 4 系统参数设置屏实物图

本系统使用的以太网接口电路模块由 LPC2292、以太网控制芯片 RTL8019AS 和隔离滤波器 HR901170A 组成。系统使用跳线(65 引脚为高)将 RTL8019AS 配置为 16 位模式,并将其 16 位数据线引脚 SD0~SD15 与 LPC2292 的 D0~D15 引脚相连。为适应工作电压,总线串接 470 Ω 保护电阻。上位机将 CAN 总线传来的所有实时数据按照时间顺序打包,当 IP 链路畅通时,就发送到信息管理层。若 IP 链路不通,则将接收到的数据暂存在扩展的存储盘中。这就能保证当通信出现短暂中断时,监测数据不会丢失。

3 系统软件设计

3.1 上位机应用程序设计

为实现多任务调度和系统的实时性,上、下位机将 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 操作系统移植到 LPC2292 中。 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 是源码公开的嵌入式操作系统,它具有可移植性强、可固化、可裁剪、稳定、可靠性强等特点^[4]。

系统将上位机应用程序分为 9 个 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 任务。按照功能主次划分为不同的优先级,从高到低分别为:3 个 CAN 总线采集任务、数据格式转换打包任务、数据包发送任务、监听任务、键盘扫描任务、LCD 界面显示任务和时钟同步任务。

《微型机与应用》2010 年第 11 期

由于 CAN 总线采用多主传输方式,使得网络上任何一个节点出错,都不会影响其他节点的正常运行。FullCAN 是一个针对 LPC2000 系列 ARM 芯片的 CAN 模块量身定制的函数库,它包括基本的内部寄存器操作函数,通过调用这些函数来控制任意指定的 CAN 控制寄存器,实现 ARM 中 CAN 模块的初始化、发送、接收等高级功能,其中发送和接收的流程图分别如图 5、图 6 所示。

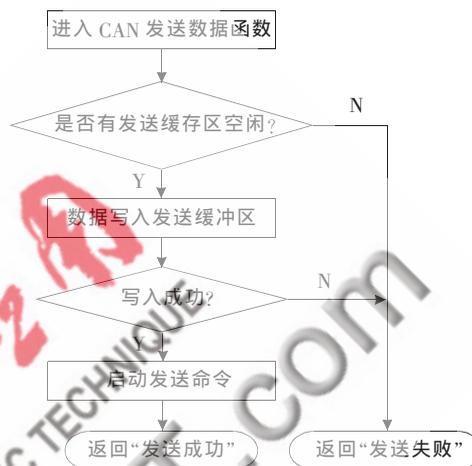


图 5 CAN 发送流程图

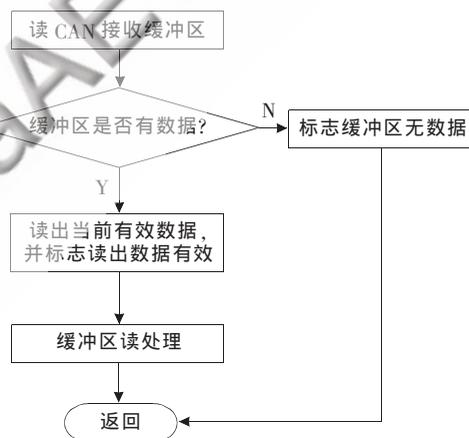


图 6 CAN 接收流程图

由于 LPC2292 的主频较高,而监听任务和时钟同步任务挂起的时间较长,所以键盘扫描任务和 LCD 界面显示任务都能够在可接受的时间内响应。

3.2 信息管理层软件设计

根据监测系统的实际要求,要将电缆沟道信息、传感器信息、位置信息和报警信号等进行整理、存储、并按照业务逻辑和要求的格式与地理信息系统复合,然后发布呈现给授权管理系统的人员,完成系统的管理和维护等。因此,信息管理层基于 JSP、AJAX 等技术,采用 B/S (Browser/Server) 模式,实现了信息的传输、显示与管理;SQL Server 2000 作为后台数据库服务器,提供数据接收、存储等服务;采用 Tomcat 作为 Web 服务器,按不同

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 57

网络与通信 Network and Communication

的功能进行模块化设计,提高了系统代码的重用性。

PC 软件按照功能分为 5 大模块,核心是实时数据提取,过程如图 7 所示。

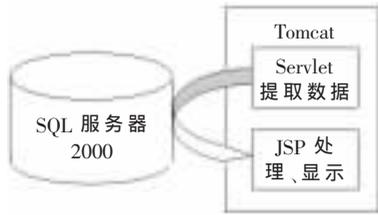


图 7 实时数据提取过程框图

所有监测数据存储存储在 SQL Server 中,系统要做的就是将请求的数据从数据库中“截取出来”,呈现在 JSP 页面上。Servlet 是一段运行在 Web 服务器端的程序,以编译后的 class 文件形式存在,它通过执行相应的 SQL 语句完成对监测点所需数据的提取,包括监测点的沟道号、节点号、通道号、传感器实时数据等,利用 AJAX 技术将数据传递给 JSP 页面。AJAX 技术是近年逐渐流行的一种 Web 技术,它能够不用完全刷新页面即可实现图表的数据更新,是绘制实时数据曲线图的最佳选择。得到原始数据后的 JSP 页面再通过由 Javascript 编写的绘图程序最终将实时数据以动态曲线图的形式展现给用户。

整个系统完成实时数据监测、历史数据查询、报警信息查询、系统信息管理、用户信息管理和报警短信发送等管理。报警信息以短信的形式自动发送,使报警信息能在第一时间得到有效处理。

实验表明,本文提出的基于 CAN 总线的电力电缆

沟道监测系统,很好地实现了对电缆沟道环境和安全状况的实时监测、状态显示、安全提示和报警短信发送等功能。通过此系统,使供电局电缆工区对电力电缆沟道的管理已经由人工周期巡检、事后补救的形式转变为全程监测、人工周期维护和事件应急响应处理相结合的管理模式。针对目前工业控制领域,现场应用条件的日趋复杂,CAN 总线技术的应用必将愈加广泛。

参考文献

- [1] LI Ren Jun, LIU Chu, LUO Feng. A design for automotive CAN bus monitoring system [C]. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), Harbin, China September, 2008:3-5.
- [2] LPC2292/2294 datasheet[EB/OL]. 2007.NXP B.V. <http://www.nxp.com>.
- [3] 郭宽明.CAN 总线原理和应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [4] LABROSSE J J.嵌入式实时操作系统 $\mu C/OS-II$ [M].邵贝贝,译.北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [5] KIRKEGAARD C, MOLLER A. Static analysis for Java servlets and JSP [C]. Lecture Notes in Computer Science, 13th International Symposium on Static Analysis, SAS 2006. Springer Verlag, August 29, 2006 -August 31, 2006:336-352.

(收稿日期:2009-12-02)

作者简介:

陈瑶,女,1985年生,硕士研究生,主要研究方向:生物信号及图像处理。