

文章编号:1671-251X(2012)02-0071-05

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120113.1324.020

带式输送机故障定位系统网关的设计

尹少杰¹, 孙进生², 孙怀湘³

(1. 河北联合大学电气工程学院, 河北 唐山 063009; 2. 河北联合大学信息工程学院, 河北 唐山 063009;
3. 河北能源职业技术学院, 河北 唐山 063004)

摘要:以带式输送机故障定位系统为应用背景,提出了一种基于STM32F103VE微处理器的CAN总线与Profibus-DP总线网关的设计方案。该网关在CAN网络中作为一个CAN通信节点,在Profibus-DP网络中作为一个从站;带式输送机沿线分布若干个CAN检测节点,每个节点负责检测其段内的4种传感器设备采集的实时数据,如果检测到故障信息,CAN检测节点就会向网关发送故障信息报文,网关接收CAN检测节点发送的报文并进行存储;当网关与Profibus-DP主站连通后,作为Profibus-DP从站的网关可以通过查询方式把故障信息报文传送到Profibus-DP主站中,从而实现故障定位功能。实际应用表明,该网关运行稳定、可靠,实现了带式输送机故障定位系统中CAN总线及Profibus-DP总线的互联。

关键词:带式输送机;故障定位;网关;Profibus-DP;CAN;STM32F103VE

中图分类号:TD634.1 文献标识码:A 网络出版时间:2012-01-13 13:24

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120113.1324.020.html>

Design of Gateway in Fault Location System of Belt Conveyor

YIN Shao-jie¹, SUN Jin-sheng², SUN Huai-xiang³

(1. College of Electrical Engineering of Hebei United University, Tangshan 063009, China.

2. College of Information Engineering of Hebei United University, Tangshan 063009, China.

3. Hebei Energy College of Vocation and Technology, Tangshan 063004, China)

Abstract: Taking fault location system of belt conveyor as application background, the paper proposed a design scheme of gateway of CAN bus and Profibus-DP bus based on STM32F103VE. The gateway is used as a CAN communication node in CAN network and a slave station in Profibus-DP network. Several CAN detection nodes are distributed along belt conveyor and each node is used to detect real-time data collected by four kinds of sensors. If fault is detected, CAN detection nodes would send fault message to the gateway which receives and stores message sent by CAN detection nodes. When the gateway is connected with Profibus-DP master station, the gateway is used as Profibus-DP slave station to send fault message to Profibus-DP master station through query mode to realize fault location function. The actual application showed that the gateway runs stably and reliably and realizes interconnection between CAN bus and Profibus-DP bus of fault location system of belt conveyor.

Key words: belt conveyor, fault location, gateway, Profibus-DP, CAN, STM32F103VE

0 引言

CAN总线与Profibus-DP总线是目前国内应用比较广泛的2种现场总线。CAN总线按多主方

式通信、通信距离远、可靠性高,适用于工业控制领域的多个方面;Profibus-DP总线的最大优点在于具有稳定的国际标准EN50170作保证,便于和流行的控制系统集成^[1-3]。由于两者的通信协议不同,所

以较难共存于同一个控制系统中。针对该问题,笔者设计了一种 CAN 总线与 Profibus-DP 总线网关(以下称网关),并把它应用到了带式输送机故障定位系统中。

如图 1 所示,网关在 CAN 网络中作为一个 CAN 通信节点,在 Profibus-DP 网络中作为一个从站。由于 CAN 总线通信距离远且其按多主方式通信,总线空闲时所有 CAN 节点都可以开始发送消息,所以选择 CAN 总线作为底层通信网络传输故障信息。带式输送机沿线分布若干个 CAN 检测节点,每个节点负责检测其段内的 4 种传感器设备采集的实时数据,如果检测到故障信息,CAN 检测节点就会向网关发送故障信息报文,网关接收 CAN 检测节点发送的报文并进行存储;当网关与 Profibus-DP 主站连通后,作为 Profibus-DP 从站的网关可以通过查询方式把故障信息报文传送到 Profibus-DP 主站中,从而实现故障定位功能。

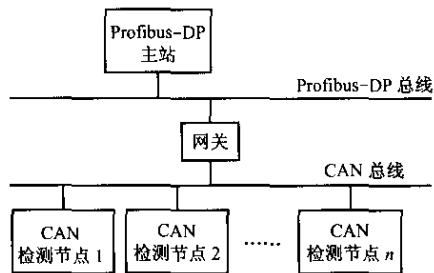


图 1 网关在带式输送机故障定位系统中的应用结构

1 网关的硬件设计

网关的硬件电路以微处理器 STM32F103VE 为核心,分为 CAN 总线通信接口和 Profibus-DP 总线通信接口 2 个部分,如图 2 所示。

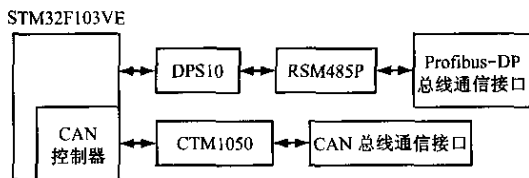


图 2 网关的硬件结构

STM32F103VE 是以 ARM Cortex-M3 为内核的高性能、低成本、低功耗 32 位 RISC 处理器,主频高达 72 MHz,采用单电源供电,时钟由 8 MHz 外部晶振产生;具有 512 KB 的片内 FLASH,64 KB 的 RAM,完全满足总线网关对数据缓冲区、程序空间的需求;具有 3 个 USART 接口;内部集成 CAN 控制器,使得 CAN 总线通信接口的设计更加方便、快捷^[4]。

1.1 CAN 总线通信接口

CAN 总线通信接口硬件电路如图 3 所示(图中 FGND 为屏蔽线地,CGND 为收发器地),主要包括带 CAN 控制器的 STM32F103VE、带隔离的高速 CAN 总线收发器 CTM1050 等,用于接收 CAN 检测节点发出的故障信息报文。

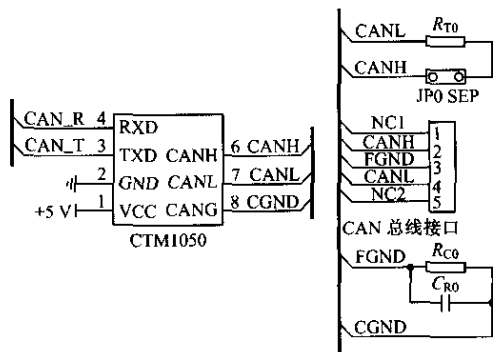


图3 CAN总线通信接口硬件电路

STM32F103VE 中的 CAN 控制器只是个协议控制器,不能提供物理层驱动,所以在使用时还需外加 CAN 总线收发器 CTM1050。CTM1050 是 CAN 控制器和物理总线之间的驱动器接口,它具有将 CAN 控制器逻辑电平转换为 CAN 总线差动电平的功能,此外它还集成了电源隔离、电气隔离、CAN 总线保护等功能。在 CAN 总线网络的 2 个端点需要加入终端匹配电阻,终端匹配电阻的大小取决于传输电缆的特性阻抗。本系统在 CAN 总线的端部接 $120\ \Omega$ 的终端匹配电阻。

1.2 Profibus-DP 总线通信接口

Profibus-DP 总线通信接口硬件电路如图 4 所示,主要包括 Profibus-DP 从站接口模块 DPS10、隔离收发器 RSM485P,用于向 Profibus-DP 主站发送网关接收到的故障信息报文。

DPS10 采用 DIP24 封装,体积小、成本低,用于自主开发 Profibus-DP 从站设备,它支持高达 12 Mbit/s 的通信速率。Profibus-DP 主站与从站建立通信的过程主要包括主站与从站的初始化、主站与从站通信的初始化、主站与从站交换用户数据 3 个阶段^[5]。由于 DPS10 内部集成了 Profibus-DP 协议,其与 Profibus-DP 主站在 Profibus-DP 总线上的通信都由其内部的状态机控制,不用参与处理 Profibus-DP 的状态机制,所以,STM32F103VE 只需要对 DPS10 进行初始化并与其进行数据交换即可实现网关与 Profibus-DP 主站的通信。

Profibus-DP 采用半双工主从通信方式,通过

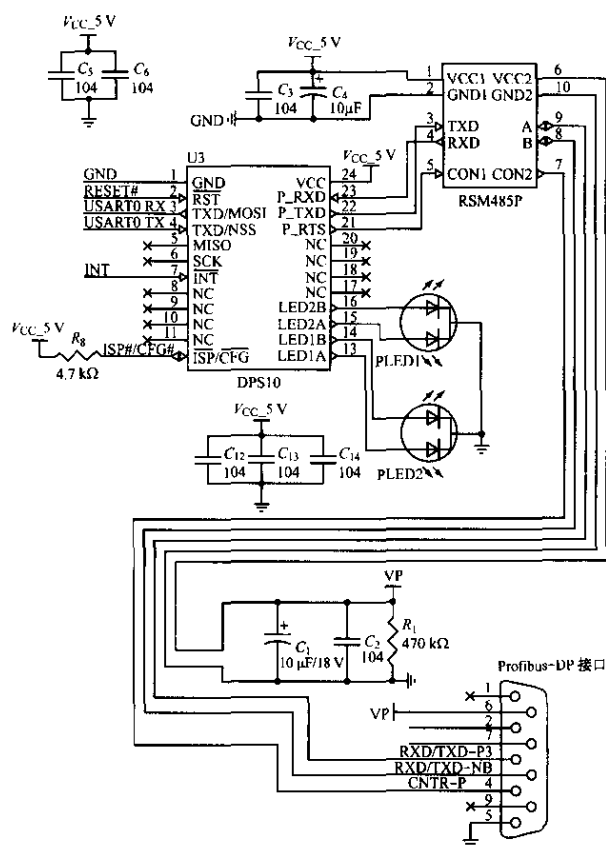


图4 Profibus-DP总线通信接口硬件电路



图5 CAN报文数据帧结构

在实际应用中,自定义CAN总线应用层协议应重点关注的是仲裁场、控制场和数据场3个位场。笔者根据带式输送机故障定位系统的通信要求,对这3个位场进行了设计。

仲裁场由11位ID标识符以及1位远程发送请求位RTR组成;其中ID10~ID4表示数据源地址;ID3~ID0代表目标地址。每一个CAN检测节点都对应一个7位源地址编码;网关对应目标地址1010。在数据帧中RTR位为0,远程帧中RTR位为1。

控制场由6位构成。在标准格式中IDE位为0,扩展格式中为1;RO为显性的保留位;后四位为数据长度码(DLC),表示数据场中数据的字节数,可以在0~8范围内变化。

数据场由CAN检测节点发送的数据组成,代表该节点检测出的故障类型。

网关中CAN协议的实现是由集成在

USART0接口与DPS10连接,支持最大244 B输入、244 B输出。为完成DPS10与Profibus-DP主站的通信,以及提高系统的抗干扰性,在Profibus-DP总线物理接口与DPS10之间还需要加入隔离收发器RSM485P。RSM485P集电源隔离、电气隔离、高速RS485接口器件和总线保护功能于一体,使DPS10可以连接到Profibus-DP总线。

2 网关的软件设计

网关的软件采用STM32的固件函数库进行设计,在MDK开发环境下进行调试和仿真^[6],主要负责接收CAN检测节点发出的故障信息报文、对接收到的报文进行格式转换并向Profibus-DP总线转发,包括CAN协议处理模块、主控制模块。

2.1 CAN协议处理模块

CAN协议处理模块负责侦听CAN总线上是否有发给自己的报文并将需要接收的报文存储到指定的数据缓冲区。由于CAN协议仅定义了OSI 7层参考模型中的物理层及数据链路层规范,实际应用时用户还需依据要求制定一种CAN应用层协议。本系统中传输的数据类型比较少,则CAN报文选择标准格式,其数据帧结构如图5所示^[7]。

STM32F103VE内部的CAN控制器完成的,因此,需要按照需求设置与CAN控制器相关的寄存器,以完成CAN控制器的初始化。初始化操作需在CAN控制器复位的情况下进行,包括对CAN控制器工作模式、总线波特率、过滤器、中断等进行设置^[8]。CAN控制器的波特率设置为500 kbit/s,其必须与CAN总线上其它节点的波特率相同,才能进行正常通信。由于网关需要接收到每个CAN检测节点发出的信息,即需要滤出一组标识符,所以过滤器组工作在屏蔽位模式,该模式下每组过滤器都有标识符寄存器以及屏蔽寄存器,可以设定数据源地址ID10~ID4按照“无关”处理,这样网关可以接收到所有CAN检测节点发出的故障信息;目标地址ID3~ID0即网关的CAN地址1010,按照“必须匹配”处理,从而滤出无关报文。

当带式输送机工作时,若某个CAN检测节点检测到故障信息,则将故障信息按以上定义的应用

层协议打包成数据帧的格式向网关发送。当网关的CAN控制器侦听到CAN总线上有报文,首先根据过滤器组设置的标识符进行过滤,如果是要接收的报文,则将CAN总线上的报文按顺序存入接收FIFO中。为提高通信的实时性,对CAN报文的接收采用中断方式,在中断中读取FIFO中最先收到的报文并存储到CAN数据缓冲区,然后释放FIFO,以便为后面的报文留出存储空间。CAN协议处理模块程序流程如图6所示。

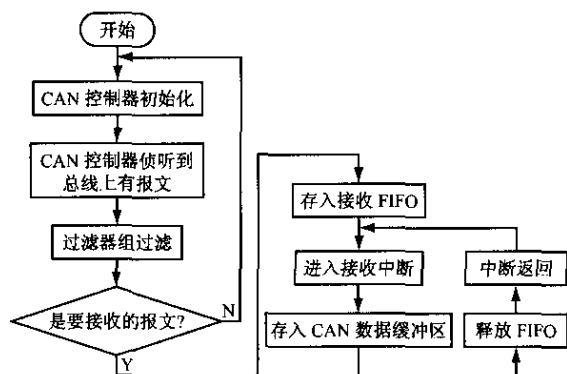


图6 CAN协议处理模块程序流程

2.2 主控制模块

主控制模块是网关软件设计的核心部分,主要负责对网关的初始化以及对接收到的报文进行格式转换并向Profibus-DP总线转发。网关的初始化主要包括STM32F103VE的时钟配置、引脚配置、中断向量控制器配置、USART配置、CAN控制器配置以及对DPS10的初始化等。

STM32F103VE通过命令帧访问DPS10,DPS10通过响应帧应答。命令帧格式如表1所示,起始字固定为0x7E;命令码代表命令类型,包括模块初始化、数据交换等命令类型;命令信息说明命令数据的长度;特定参数是当命令数据超过244 B时的分段信息;命令数据也就是命令帧的数据部分。

表1 命令帧格式

起始字	命令码	命令信息	特定参数	命令数据	校验码
1 B	1 B	1 B	1 B	n B	1 B

要使Profibus-DP主站与网关之间建立通信,首先STM32F103VE必须通过USART0接口向DPS10发送初始化命令帧对其进行初始化。初始化命令帧的命令数据中包括Profibus-DP从站地址、ID号、I/O配置数据长度、I/O配置数据、输入及输出数据长度等参数。I/O配置数据长度决定了DPS10的I/O通道(Module)数量,I/O配置数据决

定了每个I/O通道的输入输出数据类型。本系统中每个I/O通道对应一个CAN检测节点,所以I/O配置数据长度等于CAN检测节点的数量,每个I/O通道的配置数据都为8 B输入,输入数据长度为所有I/O通道总的输入数据长度。这些参数必须与网关GSD文件的描述一致。

初始化完成后,DPS10进入与Profibus-DP主站的数据交换状态。数据交换命令帧的命令数据依次为I/O通道的输入数据。每个CAN检测节点对应命令帧中8 B的命令数据,两者的对应关系如表2所示。

表2 CAN检测节点与命令帧中命令数据的对应关系

命令数据	I/O通道	CAN检测节点	源地址
0~7 B	I/O通道1	CAN检测节点1	0000001
8~15 B	I/O通道2	CAN检测节点2	0000010
16~23 B	I/O通道3	CAN检测节点3	0000011
.....			

当CAN接收缓冲区中接收到故障信息报文,则提取出其源地址以及数据场的故障信息向Profibus-DP数据缓冲区转发。主控制模块会根据源地址把数据场的故障信息放置到其对应的命令数据位,并将其打包成数据交换命令帧的格式通过USART0接口传入DPS10。DPS10接收到故障信息后发送响应帧表明本次接收成功,STM32F103VE可以发送下一个命令帧;并依据其内部集成的状态机与Profibus-DP主站通信,把故障信息报文传入Profibus-DP主站。主控制模块程序流程如图7所示。

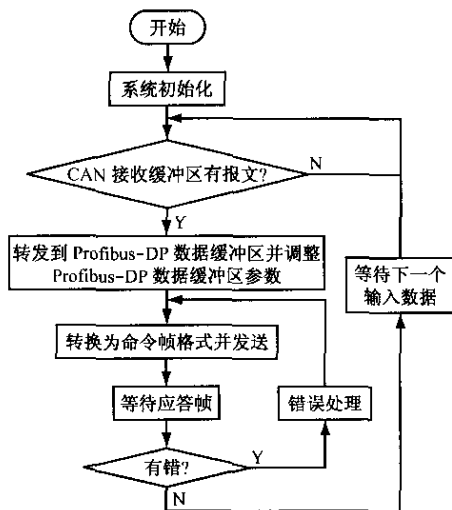


图7 主控制模块程序流程

文章编号:1671-251X(2012)02-0075-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120113.1324.021

煤矿井下给煤机监控系统的设计

陈永冉, 张海涛, 李伟, 孟国营

(中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院, 北京 100083)

摘要:针对某煤矿井下给煤机由于给煤量超载而造成胶带断带的问题,提出了一种井下给煤机监控系统的设计方案;阐述了该系统的硬件结构及软件设计,介绍了该系统硬件设备的安装布置及软件模块的调试步骤。实际应用表明,该系统提高了给煤系统的可靠性。

关键词:给煤机;给煤量;煤仓煤位;闸板开启高度

中图分类号:TD634 文献标识码:B 网络出版时间:2012-01-13 13:24

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120113.1324.021.html>

Design of Monitoring System of Underground Coal Feeder

CHEN Yong-ran, ZHANG Hai-tao, LI Wei, MENG Guo-ying

(School of Mechanical Electronic and Information Engineering of CUMT. (Beijing),
Beijing 100083, China)

Abstract: In view of problem of strip break of belt caused by overload of coal feed rate of underground coal feeder in a coal mine, the paper proposed a design scheme of monitoring system of underground coal feeder. It expounded hardware structure and software design of the system and introduced installation of hardware devices and debugging steps of software modules of the system. The actual application showed that the system improves reliability of coal feeding system.

Key words: coal feeder, coal feed rate, coal level of bunker, open height of shutter

收稿日期:2011-09-29

作者简介:陈永冉(1986-),男,江苏徐州人,硕士研究生,主要研究方向为机械电子。E-mail:chyran521@126.com

3 结语

实践证明,基于STM32F103VE微处理器的网关运行稳定、可靠,实现了带式输送机故障定位系统中CAN总线与Profibus-DP总线的互联,使带式输送机故障定位系统综合了2种现场总线的优点,可靠性高、实时性强,增大了通信距离,减少了带式输送机故障定位系统的布线,适合在长距离带式输送机中使用。

参考文献:

- [1] 宗鸣,孙静宇,杨昕红.基于CAN总线的胶带输送机故障定位系统[J].沈阳工业大学学报,2008,30(6):667-671.
- [2] 任胜杰,牛群峰,王莉.基于Freescale S12的Profibus-CAN网关设计[J].自动化与仪表,2009,24(7):26-30.
- [3] 杨啸宇,孙杰,熊瑛.基于STM32的无线传感器网关设计[J].天津理工大学学报,2011(2):23-28.
- [4] 沈瑶,李小清,周云飞.基于CAN总线的电动车控制系统设计[J].电子设计工程,2010,18(11):143-145.
- [5] 侯维岩,费敏锐. PROFIBUS 协议分析和系统应用[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [6] 李宁.基于MDK的STM32处理器开发应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [7] 史久根,张培仁,陈真勇.CAN现场总线系统设计技术[M].北京:国防工业出版社,2004.
- [8] 潘钢,叶小荣,张娜,等.STM32的CAN总线中继器设计及应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2011,11(1):46-48.