

# 生产线工作状态监测装置设计\*

王文虎,任艳辉,杨峰,马庆修

(湖南文理学院 电气与信息工程学院,湖南 常德 415000)

**摘要:** 基于 Cortex-M3 内核的 ARM 芯片 STM32F107 构建了生产线工作状态监测终端,包括 CAN 通信、串口通信、实时时钟、液晶显示、工作电源等电路单元。利用 CAN 总线实现远程通信,控制室根据实际需要可切换 RS232 或 RS485 与 PC 机的通信;终端具有非挥发实时时钟,以及通过 LCM 提供了人机对话功能。实验表明,生产线工作状态监测终端利用 CAN 总线能够实现数据准确、快速地传输,可适用于各种现场数据传输的应用场合。

**关键词:** STM32F107;  $\mu$ C/OS-II; CAN 总线; 串口通信

中图分类号: TP368.1; TN929.5

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)23-0071-03

## Design of the monitoring terminal of production line condition

Wang Wenhui, Ren Yanhui, Yang Feng, Ma Qingxiu

(College of Communication and Electric Engineering, Hunan University of Arts and Science, Changde 415000, China)

**Abstract:** The monitoring terminal of production line condition based on the ARM Cortex-M3 core chip STM32F107 include the CAN communication circuit, serial communication circuit, real-time clock circuit, LCD circuit, power supply circuit ect. On the basis of the working state of production line, remote communication can be realized based on CAN bus, and it can be switched between RS232 or RS485 communication with PC according to the actual needs. With a non-volatile real-time clock, the function of man-machine conversation through LCM is provided by terminal. The experiments show that the accurate and fast data transmission can be realized by monitoring terminal of production line condition using CAN bus, and it can be applied to a variety of on-site data transmission applications.

**Key words:** STM32F107;  $\mu$ C/OS-II; CAN bus; serial communication

生产流水线在正常运转时,各个工位的工作量或工作强度并不一致,当某一工位因缺料、零配件缺陷等各种原因,会导致该工位工作滞后,并需要临时请求停止运行的现象。然而,目前流水生产线大多都不具备协同与管理功能,体现在两个方面:一方面究竟是哪个工位出现了停止请求并予以实时在线指示,以确保各自工位的有序工作进程;另一方面对工位请求停止以及再开机运行的时刻进行实时管理,对管理者提供准确的生产信息以掌控生产进度。生产线工作状态监测装置,可以实时监测流水生产线的工作情形,对工位或工序请求暂停以及供电突然断电等情形进行有效统计,以协助管理者掌握各工位的工作状况,合理安排流水线生产进度,提高工作效率,提升电子信息化管理水平。

### 1 总体方案

生产线工作状态监测终端采用基于 Cortex-M3 内核的 ARM 芯片 STM32F107 为处理核心,构建了 STM32 基本应用电路、CAN 通信电路、串口通信电路、实时时钟电路、人机接口电路、工位监测、电源电路,其结构框图如图 1 所示。终端分协调终端和工位终端。工位终端辐射在对应的装配流水线,实现流水线工位有效信息的采集、传输;协调终端安装在现场总线末端以及与计算机临近的控制箱内(一般在控制室),实现现场总线数据与计算机数据的交换。

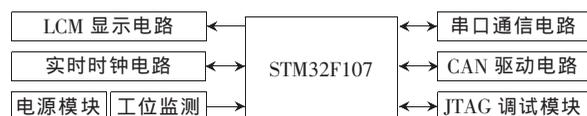


图 1 生产线工作状态监测终端结构框图

\* 基金项目:湖南省科技计划项目经费资助项目(2010GK3022)

## 技术与方法 Technique and Method

CAN 总线数据传输网络如图 2 所示, 当工位状态变化或者终端掉电时, 工位终端将相关信息通过 CAN 总线传输至协调终端<sup>[1]</sup>, 协调终端接收到数据后将接收到的数据传送到 PC 机中, 协调终端与 PC 机的数据传输根据实际要求, 可以选择 RS232 或者通过 RS485。当上位机有数据需要发送至工位终端时, 可通过串口发送至协调终端, 再通过 CAN 总线发送至相应工位终端。考虑到工位终端的时钟与 PC 机时钟需要保持一致, 有必要对工位终端定期刷新时钟, 也就是 PC 机利用 CAN 网络定期对终端中 DS1302 时钟芯片重新设置。

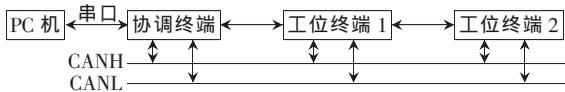


图 2 CAN 总线模式下数据传输示意图

### 2 硬件设计

终端工位监测就是对每条生产流水线上每个工位的状态占用一个单独 I/O 端口进行检测, 由每条流水线上工位的情况分配输入端口。

终端通信与时钟电路如图 3 所示。

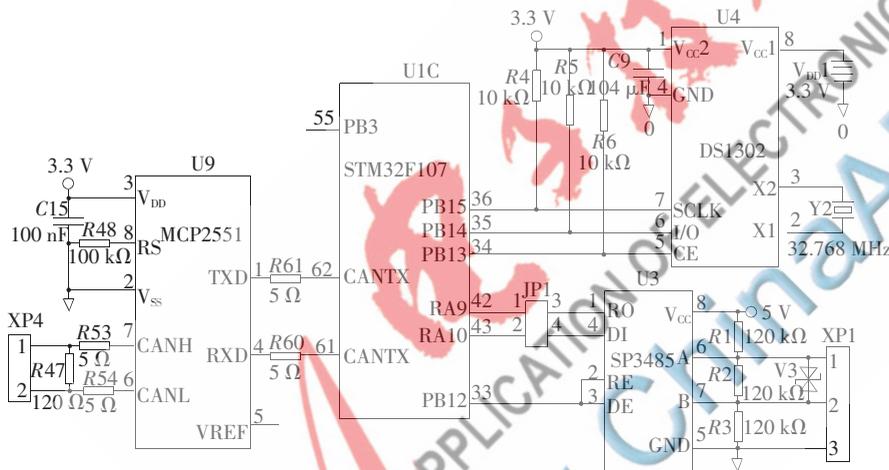


图 3 终端通信及时钟电路

CAN 通信使用 MCP2551<sup>[2-3]</sup>芯片作为 CAN 控制芯片, 它的 TXD 引脚和 RXD 引脚产生的电平信号传输到 STM32F107 的 CAN1\_TX (PD1) 引脚以及 CAN1\_RX (PD0) 引脚。不论是发送数据还是接收数据, 这两个引脚都配置为中断引脚, 这样有利于微处理器对数据快速、准确地处理。

串口通信采用 SP3845 芯片, 将计算机的电平转换成 STM32F107 能识别的电平, 从而完成 STM32F107 与计算机的串口通信<sup>[4-5]</sup>, 应用中终端与 PC 机连接时尚需要接入一个 RS232/RS485 转换器。

实时时钟 DS1302 可以对秒、分、时、日、月、星期、年的计数, 并能够对闰年天数自动调整, 年计数可至 2100 年。芯片采用主电源和备份电源供电, 工作时功耗很低, 备用电源为可编程涪流充电, 在终端掉电时可以

切换到备用电池工作。DS1302 与微处理器之间采用同步串行方式通信。

人机接口电路采用 320×240 点阵的汉字图形型液晶显示模块 LM320240TFW, 内置 GB2312 码简体中文字库 (16×16 点阵)、128 字符 (8×16 点阵)、及 320×240 点阵显示 RAM (GDRAM), 可显示汉字及图形。LCM 屏显示的内容有工位工作状态, 以及现在正申请暂停服务的工位等。

### 3 软件设计

实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  是专为嵌入式应用设计的开源代码的抢占式实时操作系统<sup>[6-8]</sup>, 它把系统软件分割成多个任务, 每个任务负责完成相应工作, 系统功能由多个任务协作完成, 任务分配将直接影响软件编写效率和系统运行性能。软件设计建立了 CAN 总线通信、串口通信、人机接口等多任务, 通过  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  任务调度机制, 完成任务的切换、运行, 系统任务分配如表 1 所示。

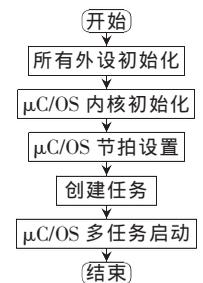
表 1 系统任务分配表

任务名称	对应函数名	优先级
起始任务	App_TaskCreate	3
串口任务	APP_Task_Send	6
LED 指示任务	App_TaskLED_1s	8
液晶显示任务	APP_Task_LCM	5
CAN 接收任务	App_TaskTime_Conversion	4
CAN 发送任务	APP_Task_CAN	7

#### 3.1 主程序

生产线工作状态监测终端的主程序流程如图 4 所示, 主程序中执行所有外设初始化、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  内核初始化、 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  节拍设置、多任务创建、启动多任务。其中外设初始化包括时钟频率配置、外设时钟使能、中断配置、GPIO 口配置、CAN 配置、串口配置、液晶屏初始化配置。创建多任务前必须先将  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  内核初始化, 再进行  $\mu\text{C}/\text{OS}$  节拍设置。启动  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  多任务后, 各任务就由实时操作系统  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  管理运行。

图 4 主程序流程图



#### 3.2 CAN 配置程序

CAN 总线配置包括 GPIO 口配置以及 CAN 寄存器设置。CAN 总线用到 2 个 GPIO 口, 即 PD0 和 PD1, 分别对应 CAN 控制芯片 MCP2551 的引脚名为 RXD 和 TXD。PD0 配置为上拉输入; PD1 配置为复用推挽输出, 同时这 2 个引脚重映射到 CAN 复用功能。CAN 寄存器配置就是先对 CAN 主寄存器进行设置, 包括失能时间触发模式、失能自动离线管理、失能自动唤醒模式、报文自

## 技术与方法 Technique and Method

动重传模式、失能接收 FIFO 锁定、失能 FIFO 优先级、设置 CAN 正常模式、设置 CAN 波特率,再对过滤器初始化设置,包括选择第 0 组过滤器、设置为 ID 屏蔽模式、设置为 32 位屏蔽模式、设置过滤器 ID、设置过滤器屏蔽 ID、选择第 0 组 FIFO、启动过滤器。CAN 初始化完成后即可 CAN 正常通信。

### 3.3 任务程序

任务划分和资源分配如表 1 所示,其中起始任务用于创建其他任务,完成创建其他任务之后将自身挂起。人机接口任务是对生产流水线上各工位终端的运行状态进行显示,LED 指示任务用于指示当前系统是否在正常运行。串口任务实现的是微处理器与 PC 机的通信,只运行在协调终端中,由串口中断触发串口任务。在接收到 CAN 总线上有效的工位终端数据时,协调终端通过串口将该数据上传至 PC 机;在接收到 PC 机有数据,将该数据通过 CAN 总线传输至相应的终端。

CAN 任务分为接收任务和发送任务,用于接收、发送 CAN 总线上的数据。协调终端接收的是工位终端发来工位状态变化信息的数据;发送任务则是在对 DS1302 进行时间刷新时,协调终端将 PC 发来的时间设置信息传送到相应的工位终端,其流程图如图 5 所示。人机接口任务与 CAN 发送任务通过标志事件组启动。



图 5 CAN 发送任务流程图

### 4 验证

利用 STM32F107 开发板组建终端网络,包含工位终端和协调终端。终端上电后,待系统完成初始化,液晶显示屏显示“流水线生产工位状态监测终端”“工位运行一切正常”,表明此时终端设备已完成各类外设的初始化。

系统正常运行过程中,当有工位请求暂停服务时,液晶屏上显示现在时刻所有请求暂停的工位,如图 6 所示。协调终端将请求暂停服务的工位信息通过串口上传至 PC,上传信息主要是时间信息和状态信息,其中时间信息反映年月日时分秒,状态信息“X”和“Y”分别表示请求暂停服务和恢复服务。当终端发生掉电时,

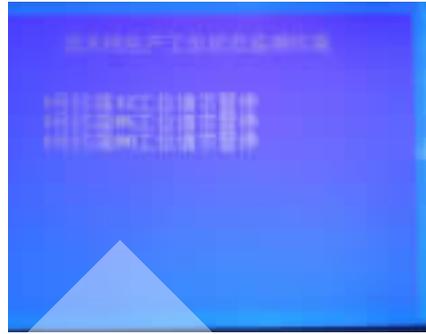


图 6 工位请求暂停界面

终端将有效信息写入 flash,在终端恢复供电时便将上次掉电的信息发送至协调终端并上传至 PC 机。

针对工厂生产流水线工位工作管理状况,生产线工作状态监测终端为合理安排生产流水线工作任务、提高工作效率提供有效的依据。基于 Cortex-M3 内核的 ARM 芯片 STM32F107 作为系统的主控芯片,嵌入  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  实时操作系统,建立多任务,采用 CAN 总线技术进行生产流水线工位数据传输,并根据具体需要可采用 RS232 或 RS485 总线技术的实现终端与 PC 机的数据传输。实际制作表明,基于 ARM 技术构建的生产线工作状态监测终端应用方案可行,实现了 CAN 总线数据准确、快速地传输,实验测试效果达到预期目的,具有较好的市场前景。

### 参考文献

- [1] 王文虎,李建奇,曾进辉.基于 CAN 总线的车桥总成数据管理系统设计[J].自动化与仪器仪表,2006(1):12-14.
- [2] 周晨业,刘锦高.基于无线控制 CAN 总线嵌入式传感器研究与应用[J].信息技术,2011(8):180-185.
- [3] 刘培国,周希伟,刘志勇.CAN 总线智能检测仪的设计与实现[J].现代电子技术,2012,35(18):44-46.
- [4] 张小贝,周凤星.基于嵌入式控制器和 RS485 的智能家居系统[J].电子测量技术,2012,35(8):62-65.
- [5] 朱伟.基于 RS-485 网络的单片机远程系统升级功能设计[J].电子世界,2012(17):26-27.
- [6] 邵贝贝.嵌入式实时操作系统 UC/OS-II[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [7] 何雅琴.基于 UCOS\_II 的智能窗系统的设计[D].上海:华东师范大学,2007.
- [8] 沈勇,张海蒂,朱超.基于  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  的虚拟机模型设计与实现[J].微计算机信息,2011,27(6):99-100.

(收稿日期:2013-09-26)

### 作者简介:

王文虎,男,1964 年生,高级工程师,副教授,主要研究方向:智能检测技术及其自动化系统。

《微型机与应用》2013 年第 32 卷第 23 期