

# 基于以太网技术的车桥追溯管理系统终端设计

王文虎, 杨峰

(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 所构建的车桥追溯管理系统终端, 采用以太网进行数据传输, 嵌入  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  实时操作系统和 LwIP 协议栈, 实现多任务的管理, 优化数据的传输。实验表明, 终端系统稳定, 人机对话界面友好, 数据能快速、大量、有效传输, 具有很好的应用前景。

**关键词:** 车桥总成; STM32F107; 以太网;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ; LwIP 协议栈

中图分类号: TP368.1; TN929.5

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)21-0072-03

## Design of axle tracing management terminal based on Ethernet

Wang Wenhui, Yang Feng

(Department of Electrical Engineering, Hunan University Arts & Science, Changde 415000, China)

**Abstract:** The terminal based on the ARM chip STM32F107 with Cortex-M3 core is built in axle tracing management system. The Ethernet is employed for data transmission, and the  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  real-time operating system and the TCP/IP protocol stack were embedded in order to multi-task management and data transmission. It is indicated that the terminal running performance is stable, man-machine interface unit is friendly, data transmission is fast, large and effective. The equipment has prospect future in many fields.

**Key words:** axle assembly; STM32F107; Ethernet;  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$ ; LwIP protocol stack

车桥生产企业录入 VIN 编码时, 经常发生人为失误, 如工人在记录时的字迹模糊不清、录入人员在录入时的操作过失、遗漏单据等现象, 阻碍了整个车桥安装进程的进度, 降低了劳动生产率, 直接影响着企业的经济效益<sup>[1]</sup>。至此, 实时录入工位车桥总成信息的终端具有应用的现实意义。由 STM32F107 构建的车桥追溯管理系统终端, 通过以太网进行数据传输, 同时嵌入  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  实时操作系统实现多任务管理, 将工位总成信息传至 PC 机以进行统一管理。

### 1 总体方案

终端采用基于 Cortex-M3 内核的 ARM 芯片 STM32F107 为处理器, 构建 STM32 应用电路、以太网通信电路、人机接口电路、指示报警电路、电源电路, 结构框图如图 1 所示。终端分为上桥终端与工位终端。工位终端安装在装配流水线的相关工序对应的工位, 实现流水线工位有效信息的录入; 上桥终端安装在装配流水线的上桥工位, 实现总成桥类型、数量按当班总调度的要求实时调度与控制。

终端的数据传输方式如图 2 所示。PC 机作为以太网

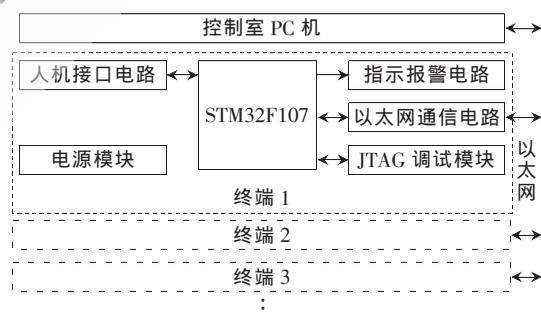


图1 车桥追溯管理系统终端结构框图

通信中的服务器, 上桥终端和工位终端则作为客户端, 车桥计划下达时, PC 机直接将当班计划桥下达给上桥终端, 而上桥终端则将带装配的桥号回传给 PC 机, 由 PC 机再转发给工位终端; 数据上传时工位终端直接将数据上传给 PC 机。

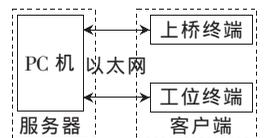


图2 终端数据传输示意图

### 2 硬件设计

终端硬件分为 STM32 应用单元、以太网通信单元、人机接口单元、指示报警单元等。

## 技术与方法 Technique and Method

### 2.1 STM32 应用单元

STM32F107 是一款性价比极高的微控制器,它集成了丰富的外围功能模块,可满足多种应用场合,适宜于实时控制<sup>[2]</sup>。STM32 的系统时钟可来自 3 个不同的时钟源,本终端采用 HSE 时钟为高速外部时钟信号,通过 OSC\_IN 接入一个最高为 25 MHz 占空比为 50% 的外部时钟信号提供系统所需的时钟基准。复位方式为系统外部复位,通过按下独立按键,向 NRST 引脚输入低电平,完成复位。STM32 的内核集成了串行线/JTAG 调试接口用于接调试器,便于程序的调试。

### 2.2 以太网通信单元

以太网通信电路,如图 3 所示。通过 STM32F107 的 MAC 接口与以太网驱动芯片 DP83848 构成的 PHY (物理层)接口相连接,再与网络变压器、RJ45 插槽相连接,从而实现网络通信。STM32F107 以太网模块支持两种模式接口:独立介质接口(MII)和简化独立介质接口(RMII)<sup>[3]</sup>。设计选择独立介质接口(MII),它需要 16 根数据和控制信号的引脚,支持 10 Mb/s、100 Mb/s 数据传输。

DP83848C 是一款高性能的满足 10M/100M 单接口的 PHY 物理层元器件,它具有低电压损耗特性,同时提供几种智能休眠模式,这样可以减少电能的消耗,提高元器件的可靠性<sup>[3]</sup>。通过配置 DP83848C 的 MII\_MODE 引脚为 0, SNI\_MODE 引脚任意,选择为 MII 模式。AN\_EN、AN\_0、AN\_1 引脚上拉 3.3 V,自动协商功能使能,且支持 10BASE\_T 半/全双工和 100BASE\_TX 半/全双工两种传输方式。PHY 的物理地址由 PHYAD[0:4] 引脚确定,

PHYAD[0] 引脚内部有弱上拉电阻,PHYAD[4:1] 引脚有弱下拉电阻,所以 PHY 地址默认为 00001 (01h)。

### 2.3 其他单元

人机接口单元包括 PS2 键盘电路与 LCM 屏电路,主要用于人机信息的交互。指示报警单元利用 LED 灯和蜂鸣器对终端的运行情况进行指示、报警,包括网络连接诊断指示、以太网通信指示、终端运行状况指示和硬件错误指示,当终端出现硬件错误与通信错误时,除了 LED 外,报警电路的蜂鸣器同时响起。电源单元采用美国国家半导体 LM2576HVS-3.3 芯片将直流+48 V 转换为直流+3.3 V,为整个终端提供可靠、稳定的电能。

## 3 软件设计

软件上嵌入  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  实时操作系统<sup>[4]</sup>,建立以太网通信、人机接口、指示报警、终端选择等任务,通过  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  任务调度,完成任务的切换与运行。嵌入 LwIP 协议栈,实现 TCP/IP 协议层的构建。

### 3.1 LwIP 协议栈移植

$\mu\text{C}/\text{OS-II}$  是一个开放源码的实时操作系统,它只是一个实时的任务调度及通信内核,缺少对外围设备和接口的充分支持<sup>[4]</sup>。而 LwIP TCP/IP 在保持 TCP 协议主要功能的基础上减少对 RAM 的占用,一般它只需要几十 KB 的 RAM 和约 40 KB 的 ROM 就可以运行,这使 LwIP 协议栈适合在低端嵌入式系统中使用。它与系统其他部分的相对位置关系如图 4 所示。

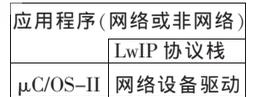


图 4 系统结构体

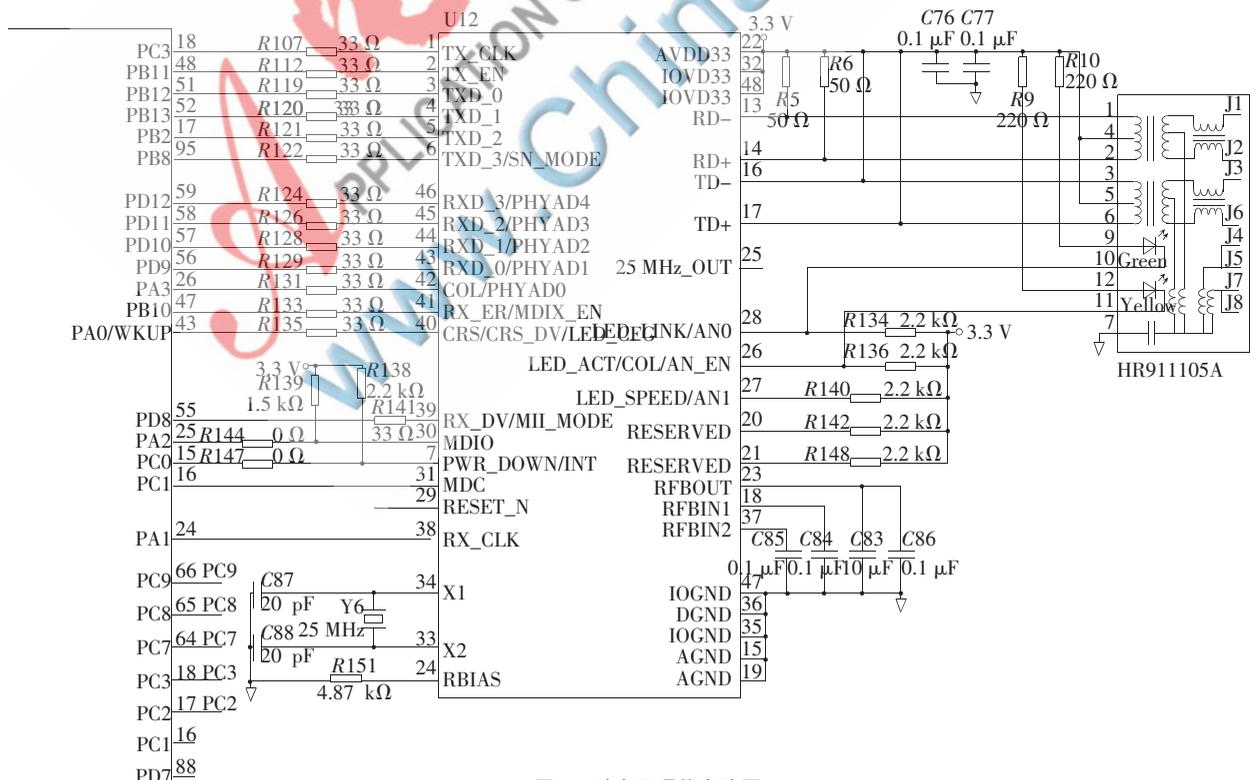


图 3 以太网通信电路图

## 技术与方法 Technique and Method

sys\_arch.h 中的内容是与 OS 相关的一些结构和函数,分为四个部份:

(1) sys\_sem\_t 数据结构及信号量函数

```
struct sys_sem_t; sys_sem_new();
sys_sem_free(); sys_sem_signal();
sys_arch_sem_wait();
```

(2) sys\_mbox\_t 消息函数

```
sys_mbox_new(); sys_mbox_free();
sys_mbox_post(); sys_arch_mbox_fetch();
```

(3) 系统超时函数

```
struct sys_timeouts*
sys_arch_timeouts(void)
```

(4) 创建新线程函数

```
void sys_thread_new(void (*thread)(void*arg), void*arg);
```

### 3.2 任务划分和资源分配

μC/OS-II 是专为嵌入式应用设计的公开源代码的抢占式实时操作系统,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<sup>[6]</sup>。任务分配方案的好坏将直接影响软件编写效率和性能,系统任务分配如表 1 所示。在起始任务中建立了一系列的邮箱信号来协调各个任务的运行,资源分配如表 2 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	2
指示报警任务	App_TaskIndict	5
以太网任务	App_TaskEthernet	3
人机接口任务	App_TaskInterface	4
终端选择任务	App_TaskTeminalElect	6

表 2 资源分配表

邮箱信号量	对应任务	邮箱信号量	对应任务
PS2Mbox=	人机接口任务	EthernetMbox=	以太网任务
OSMboxCreate		OSMboxCreate	

终端 μC/OS-II 系统设置为每隔 50 ms 进行一次任务切换,以太网任务用于以太网数据的发送与接收;终端选择任务是通过功能按键中断触发来选择任务,进入终端选择界面之后,根据界面的提示,通过 PS2 键盘选择终端类型;人机接口任务主要完成人机信息的交互;指示报警任务则是最终端的运行状况进行检测、指示、报警。

在 μC/OS-II 平台下,各个任务对资源的申请,以及任务间的通信通过操作系统的消息管理模块来进行,可保证任务与任务之间的耦合性最小,增加了系统的稳定系数。

### 3.3 以太网通信任务

STM32F107 的以太网模块支持通过以太网收发数据,符合 IEEE 802.3-2002 标准,通过外接的 PHY 接口,支持 10 Mb/s、100 Mb/s 秒的数据传输速率。

(1) 以太网任务初始化。针对此任务的变量、标志位以及 LwIP 协议栈初始化,其包括 Heap 型内存初始化,Pool 型内存初始化,网络配置初始化,宏定义初始化等。

(2) 以太网数据发送与接收。上桥终端发送给工位终端的桥号先传给 PC 机,再由 PC 机转发给工位终端。如果由上桥终端直接发送给工位终端,则上桥终端既作服务器,又做客户端,这样增加了终端程序的任务量,至此,将更多的数据传输交给 PC 机,充分利用 PC 机的高效性。以太网的数据在以太网中断程序接收,通过 μC/OS-II 建立的以太网邮箱,将接收到的数据以邮件的形式“投递”到以太网任务进行处理。有以太网邮件的到来才会激活以太网任务,否则,以太网任务一直处于挂起状态。根据终端的类型将接收到的有效数据存储至 STM32F107 自带的 Flash 中,防止掉电意外丢失。同时对数据进行处理,通过以太网发送到相应的 PC 或者终端中。以太网通信任务流程图如图 5 所示。

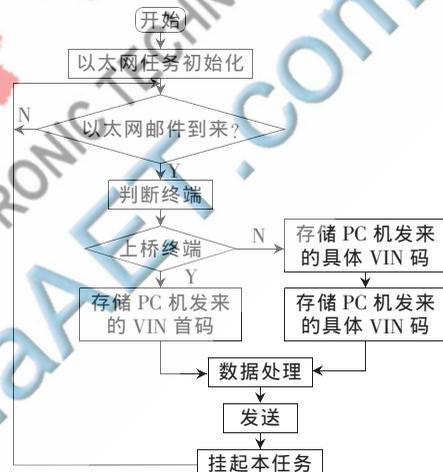


图 5 以太网通信任务流程图

## 4 实验验证

以太网网络如图 6 所示搭建。从左到右分别为 1 号板上桥终端,2 号板 3 号板工位终端,通过以太网接口连接路由器,数据通过以太网进行传输。



图 6 终端以太网组网图

终端上电后,如果是第一次启动,尚未选择终端类型,需要按下功能键,程序会自动进入终端选择界面,通过 PS2 键盘选择相应的终端,工位终端的选择。

利用“网络调试助手软件”模拟上位机软件,用来发送和接收各终端的信息。终端作为客户端,PC 机作为服务器。在“网络调试助手软件”对话框中设置好 IP 号、端口号,等待各终端的连接,各终端成功连接之后便可以进行数据传输。上桥终端接收到 VIN 码后,将其显示在

液晶屏上,通过 PS2 键盘的确认键,每按一次,就发送一组 VIN 码给工位终端。工位终端接收到 VIN 码后,进入录入数据界面,如图 7 所示。输入工序数,确认无误后,再依次输入分成号、工序号、操作者号,点击确认键,数据通过以太网上传给 PC 机。



图 7 工位终端录入数据图

车桥追溯管理系统终端结合  $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  和以太网技术实现了数据远程与实时传输。 $\mu\text{C}/\text{OS-II}$  实时操作系统的嵌入,大大提高了微处理器利用效率;多任务的建立,既加强了各外设的联系,又优化了以太网数据的传输。实验表明,此终端系统稳定,人机对话界面友好,以太网数据能快速、有效传输,具有广阔的市场前景。

#### 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] 黄郑.扩展 STM32 系列续写 32 位微控制器优势[J].电子设计应用,2008,1(7):4-6.
- [3] 宋鑫,郭勇,谢兴红.RMII 模式以太网 PHY 芯片 DP83848C 的应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2010(8):43-45.
- [4] 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.
- [5] 焦海波.TCP/IP 协议栈 LwIP 的设计与实现[J].信息与控制,2000,29(2):12-14.
- [6] 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.

(收稿日期:2013-07-03)

#### 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。