

# 基于 CAN 总线和 2.4G 无线网络的 RFID 收费系统<sup>①</sup>

简献忠, 严 军, 范建鹏, 侯一欣

(上海理工大学 光电信息与计算机学院, 上海 200093)

**摘 要:** 针对传统基于 RS-485 总线的射频识别技术 (RFID) 收费系统具有实时性差和通讯效率低的缺点, 提出了一种基于 CAN 总线和 2.4G 无线网络的新型 RFID 收费系统。该系统采用 2.4G 无线网络环境, 使一个 CAN 节点能够控制六个 RFID 收费终端的数据传输。应用温度模块获取的数据的无线传输对该系统进行测试, 测试结果表明该方案设计的正确性。

**关键词:** 射频识别; 无线网络; CAN 总线

## RFID Charging System Based on CAN Bus and 2.4G Wireless Network

JIAN Xian-Zhong, YAN Jun, FAN Jian-Peng, HOU Yi-Xin

(School of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** Traditional RFID charging system which uses RS-485 has the disadvantage of lower real-time and communication efficiency. So a new RFID charging system based on CAN bus and 2.4G wireless network is come up with. One CAN node can control the data transmission of six RFID terminals through the 2.4G wireless network. The system is tested by transmitting data from the temperature sensor through wireless network and the result proves the correctness of this design.

**Key words:** RFID; wireless network; CAN bus

## 1 引言

RFID (Radio Frequency IDentification) 技术, 即射频识别技术, 是一种通信技术, 目前广泛应用于各种收费场合<sup>[1]</sup>, 例如: 公共交通收费系统, 停车场收费系统等等。目前使用 RFID 技术的系统通常使用 RS-485 和 PC 端进行数据交互<sup>[2]</sup>, 但是 RS-485 使用单主节点, 采用轮询方式, 因此存在实时性较低和通讯效率低的问题<sup>[3,4]</sup>。

随着计算机科学水平的不断飞跃和工业发展的需要, 工业控制系统经历了基地式仪表控制系统、集中式数字控制系统、集散控制系统到现在广泛使用的现场总线控制系统的转变。CAN (Controller Area Net) 总线是一种基于串行通信网络的现场总线。CAN 总线采用多主工作方式, 网络上的任意节点可以在任意时刻向网络上的其他节点发送信息。同时, CAN 总线采

用非破坏性仲裁技术, 当两个或者更多的节点同时向网络上传送数据, 优先级低的节点将停止发送, 直到优先级高的节点发送完数据后再发送, 这样有效地避免了总线竞争。CAN 通信距离最远可达 10km/5kbps, 通信速率最高可大 1Mbps。CAN 的每帧数据都有 CRC 校验或者其它检测方式, 保证了数据通信的可靠性。当一个 CAN 节点发生严重错误时, 该节点会自动关闭, 从而不影响其它节点的正常工作。因此, CAN 总线具有可靠性强, 实时性高和效率高等优势, 完全能够取代 RS 485 总线。

考虑到在实际应用环境中, 为了减少大量的布线工作, 使用 2.4G 无线网络作为数据从 RFID 到 CAN 总线之间传输的中转站。无线技术具有成本低、灵活性高、可靠性高和安装时间短等特点<sup>[5]</sup>。本次设计使用选用 nRF24L01 组建无线通信网络, 该芯片支持多

<sup>①</sup> 基金项目: 科技部国家科技支撑计划(2010BAK69B22)

收稿时间: 2011-09-23; 收到修改稿时间: 2011-11-02

点通信,在接受模式下可以接收 6 路不同通道的数据。也就是无线网络的接收端可以接收 6 个不同发送端的数据,发送端的数据是通过 RFID 模块获得。

基于以上的讨论,本文将给出一种基于 CAN 总线和 2.4G 无线网络的新型 RFID 收费系统。

## 2 硬件系统设计

### 2.1 系统拓扑结构和系统组成

#### 2.1.1 系统拓扑结构

如图 1 所示,RFID 设备的相关数据将通过无线网络传送至 CAN 收发器,后者再将数据通过 CAN 总线传送至 PC 机,PC 机采用带有 CAN 接口的 PCI-E 扩展卡。此外,无线通讯芯片 nRF24L01 在接受模式下可以接收 6 路不同通道的数据,以此来实现一个 CAN 节点最多控制 6 个 RFID 终端设备的数据传送。在 6 个 RFID 收费终端不能满足需求的情况下,可以添加更多的节点,所有节点挂载在 CAN 总线上,通过 CAN 总线,每个节点将数据传送至 PC 端。

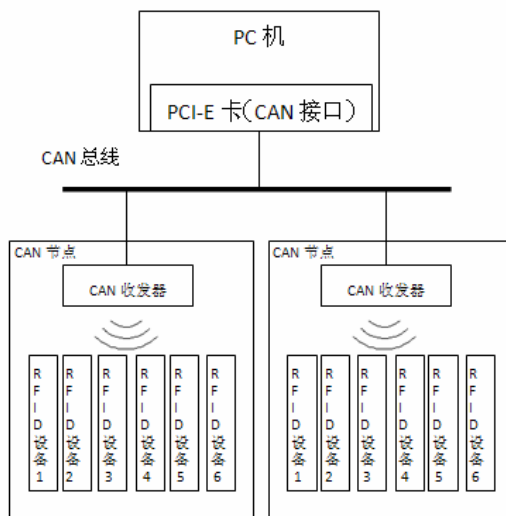


图 1 系统拓扑结构图

#### 2.1.2 系统组成

本系统（CAN 节点）有两个子系统组成。B 子系统由单片机、RFID 模块、无线模块、看门狗、液晶屏、时钟模块、按键和 EEPROM 组成。微控制器（MCU）控制 RFID 模块对 Mifare 1 卡进行读写操作,无线模块将有关的数据发送给 A 子系统。A 子系统由单片机、无线模块、看门狗和 CAN 模块组成。MCU 将经由无线模块接收到的数据通过 CAN 模块发送至 PC 端。由

于一个节点最多可以控制 6 个 RFID 设备终端,因此在一个完整的系统里,A 子系统只有 1 个,而 B 子系统最多可以有 6 个。



图 2 子系统 A 组成框图

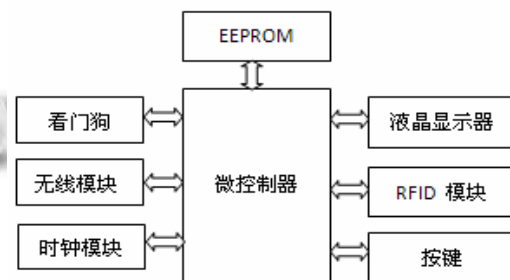


图 3 子系统 B 组成框图

#### 2.2 微控制器

微控制器选用 STC89LE58RD+,它具有 4 个 8 位并行 I/O 端口 P0~P3,1 个 4 位并行端口 P4,32KB FLASH ROM,1280 字节 RAM,3 个定时器,8 个中断源和 4 个中断优先级的中断系统。其性能完全满足设计所需。

#### 2.3 CAN 模块

CAN 总线的硬件实现选用飞利浦公司的 SJA1000 和 PCA82C250。

##### 2.3.1 SJA1000 芯片介绍

SJA1000 是一个独立的 CAN 控制器。它支持 PeliCAN 模式扩展功能（采用 CAN2.0B 协议），具有 11 位或 29 位标识符,64 字节的接收 FIFO,具有仲裁机制和强大的检错能力等。

##### 2.3.2 PCA82C250 芯片介绍

PCA82C250 是 CAN 总线收发器,它主要是为汽车中高速通讯（高达 1Mbps）应用而设计。它可以抗宽范围的工模干扰和电磁干扰（EMI），降低射频干扰（RFI），具有热保护功能。最多可以连接 110 个节点。

##### 2.3.3 硬件接口连接

如图 4 所示,P1 口作为复用的地址/数据总线连接 SJA1000 的 AD 口,P2.0 和 SJA1000 的片选段 CS 相连,使得 SJA1000 作为单片机外围存储器映射的 I/O 器件。此外,SJA1000 的 RX0、TX0 和 PCA82C250

的 RXD、TXD 相连。

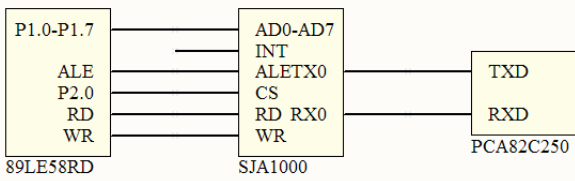


图 4 SJA1000 和 PCA82C250 接口连接示意图

### 2.4 无线模块

#### 2.4.1 nRF24L01 芯片介绍

无线芯片选用 nRF24L01。它是 2.4GHz 无线射频收发芯片，传送速率高达 2Mbps，支持 125 个可选工作频率，具有地址和 CRC 校验功能，提供 SPI 接口。有专用的中断管脚，支持 3 个中断源，可向 MCU 发出中断信号。具有自动应答功能，在确认收到数据后记录地址，并以此地址为目标地址发送应答信号。支持 ShockBurst™ 模式，在此模式下，nRF24L01 可以与低速 MCU 相连。nRF24L01 在接收模式下可以接收 6 路不同通道的数据。

#### 2.4.2 nRF24L01 硬件接口连接

如图 5 所示，单片机通过模拟 SPI 总线时序和 nRF24L01 进行通信。其外部中断管脚 IRQ 和单片机的 P3.2（外部中断 0）相连。

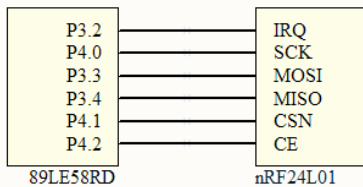


图 5 nRF24L01 接口连接示意图

### 2.5 RFID 模块

#### 2.5.1 MF RC500 芯片介绍

RFID 模块选用飞利浦公司的 MF RC500，它是目前广泛使用的 RFID 芯片之一。MF RC500 支持 ISO14443A 协议，支持 MIFARE 双接口卡，内部有高集成度模拟电路用于应答卡的解调和解码，具有 64 字节收发 FIFO 缓冲区和非易失性密钥存储器。此外，有专用的中断管脚，支持 6 个中断源，可向 MCU 发出中断信号。

#### 2.5.2 MF RC500 硬件接口连接

由图 6 所示，MCU 将 MF RC500 中的寄存器作为外部 RAM 进行访问。INT 管脚悬空，不使用中断功能。

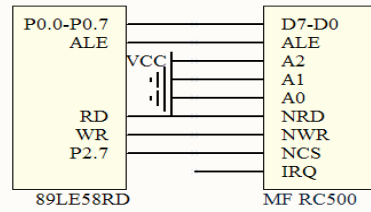


图 6 MF RC500 接口连接示意图

### 3 软件系统设计

在初始化单片机程序中，子系统 A 外部中断设置为低电平触发，子系统 A 的中断信号源由 nRF24L01 提供，当 nRF24L01 收到数据后产生中断信号，通知 MCU 来读取数据。子系统 B 不使用中断功能。

在初始化 nRF24L01 程序中，子系统 B 配置为发送模式，使用 16 位 CRC 校验。使用自动应答功能，数据通道 0 被设置为接收应答信号，其数据通道 0 的接收地址必须与发送端的地址相等，以此来保证能正确的收到应答信号。一个系统最多可以有六个子系统 A 组成，这 6 个子系统的发送地址不能重复。子系统 A 配置为接收模式，使用 16 位 CRC 校验，最多接收 6 个通道的数据。这 6 个接收地址和各子系统 B 中的发送地址相等。

在初试化 SJA1000 中，使用 PliCAN 模式，波特率 125Kbps，禁止接受和发送中断；输出控制寄存器配置如下：正常模式，TX 下拉，输出控制极性。此外，需正确配置验收代码寄存器和验收屏蔽寄存器，此配置用于 CAN 总线仲裁功能的实现。

在初始化 MF RC500 中，其主要设置如下：TX1 和 TX2 的输出配置为 13.56MHz 能量载波；解码器的输入源为内部解调器；使用 Q 时钟作为接收器时钟；禁止发送和接收中断；设置 RxThreshold 寄存器值为 0xFF，BitPhase 寄存器值为 0xAD 等。

复位请求函数将在天线的有效范围内搜索 Mifare 1 卡，如果有卡存在，将建立通信连接并读取卡上的卡片类型 TAGTYPE。防碰撞函数使 MF RC500 在多张 Mifare 1 卡选择其中的一张。卡选择函数能够和已知序列号的卡进行通信。认证函数将 Mifare 1 卡上的密码和 MF RC500 的 EEPROM 中的密钥进行匹配。只有匹配正确后，才能进行对卡的读写操作。发送停机指令设置 Mifare 1 卡为 HALT MODE。

CAN 函数用于将有关数据发送至 PC 机。本次设计采用查询方式以确保数据已经发送。通过查询状态寄存器中的标志位 TBS、TCS 和 TS 即可确认是否数

据发送完毕。类似的,在无线函数中为确保数据已经发送,通过查询状态寄存器中的 TX\_DS 即可。

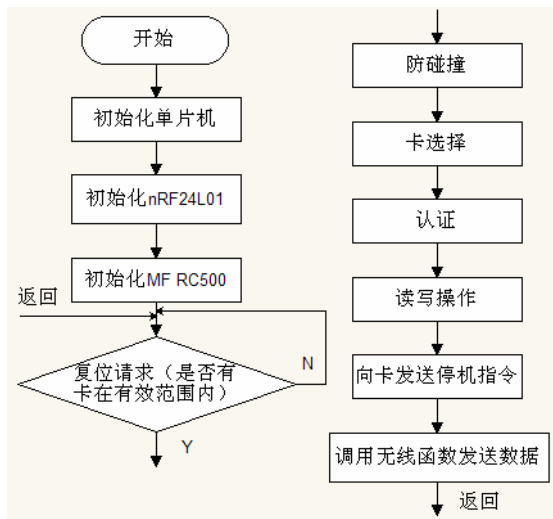


图 7 子系统 A 软件流程

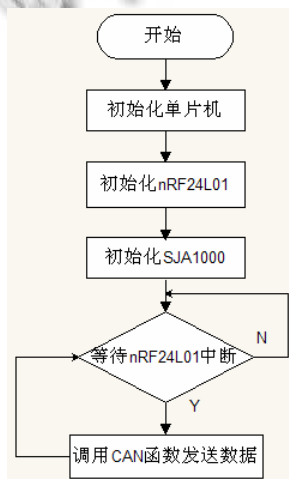


图 8 子系统 B 软件流程图

#### 4 系统测试

首先,对 RFID 模块进行了测试。将 MIFARE 1 卡放入天线有效范围内,对该卡进行读写操作,并将相关数据显示在液晶屏上。经过该测试,RFID 模块读写正常。随后,测试该系统传输网络的实时性,本文以温度数据的无线传输进行测试。测量温度的装置为 DS18B20 单线温度传感器。将该温度传感器连接至子系统 B 中,温度传感器每隔一秒对室内温度采样一次,微控制器读取温度数据并通过无线网络发送给 A 子系统,A 子系统接收数据并通过 CAN 总线发送至 PC 端。PC 端使用 Visual Basic 6.0 编写上位机程序,上位机将

温度数据绘制成曲线并写入文本。温度曲线如图 8 所示,其中温度值的精度为 1 摄氏度。通过对温度曲线图和文本数据的对比观察,发现温度数据无异常,数据没有出现丢失情况。

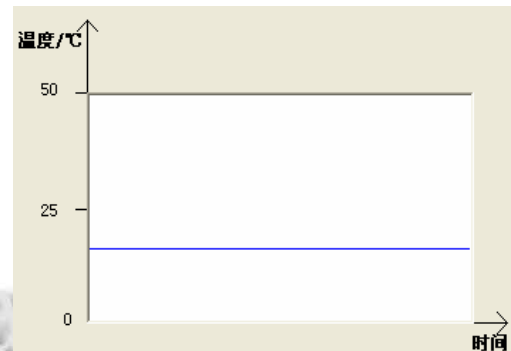


图 9 温度曲线图

#### 5 结语

本文利用了 CAN 总线取代 RS-485 总线,克服了后者存在的缺点。同时还使用了无线技术,在减少大量布线工作的同时,充分利用了 nRF24L01 多点通讯的功能。在系统搭建完成后,笔者对系统进行了长时间测试。测试结果表明:数据传输稳定,可靠,实时性高,克服了传统基于 RS485 总线设计的 RFID 收费系统的缺陷,具有较强的使用价值。

#### 参考文献

- 1 周晓光,王晓华.射频识别 (RFID) 技术原理与应用实例.北京:人民邮电出版社,2006:187-192.
- 2 Klaus Finkenzeller.射频识别 (RFID) 技术——无线电感应的应答器和非接触 IC 卡的原理与应用(第二版).北京:电子工业出版社,2001:7-8.
- 3 范辉. RS485 总线与 CAN 总线应用比较.上海电机学院学报,2005,8(5):54-56.
- 4 刘文怡,李进武.基于 RS485 总线多机通信系统可靠性的研究.弹箭与制导学报,2005,25(3):102-104.
- 5 Allan Reid,Jim Lorenz.思科网络技术学院教程 CCNA Discovery.家庭和小型企业网络.北京:人民邮电出版社,2008:179-180.
- 6 杨春杰,王曙光,亢红波.CAN 总线技术.北京:航空航天大学出版社,2010:39-70.
- 7 李秉荣,刘夫云,鲁倪亚.基于 RS485 和 TCP/IP 网络的分布式称重系统.计算机系统应用,2011,20(9):35-38.
- 8 王黎明,夏立,邵英,闫晓玲.CAN 现场总线系统的设计与应用.北京:电子工业出版社,2008:103-178.