

基于 RFID 和 RS485 总线的无线表决系统

王欣欣¹, 汪立新^{1,2}

(1. 杭州电子科技大学 通信工程学院, 浙江 杭州 310018;
2. 通信系统信息控制技术国家级重点实验室, 浙江 嘉兴 314001)

摘要: 针对目前表决系统的有线部署、节点干扰、传输距离短等局限问题, 设计了一种基于射频识别 (RFID) 和 RS485 技术的无线表决系统, 详细论述了该系统的设计方案、硬件设计和软件设计。系统采用多级分布式结构, 使表决系统的数据采集、加工、处理与显示过程同步进行, 并在 RFID 通信链路中嵌入 XXTEA 加解密算法, 增强表决系统的可靠性。试验结果表明, 该系统具有功耗低、可靠性高、成本低且安装使用方便等特点, 其整体功能和各项指标都具有很高的实用性。

关键词: 无线表决系统; 射频识别; XXTEA 算法

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2011)01-0067-04

Wireless voting system based on RFID and RS485 bus

WANG Xin-xin¹, WANG Li-xin^{1,2}

(1. College of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China
2. National Laboratory of Information Control Technology for Communication System, Jiaxing 314001, China)

Abstract: Aiming at the limits of wired deployment, node interference, transmission bottleneck etc in the present voting system, an intelligent wireless voting system based on the technology of radio frequency identification (RFID) and RS485 bus was organized. The system scheme, hardware and software were discussed in detail. By applying the multi-level distributed architecture to achieve the high data acquiring, handling and displaying simultaneously, the XXTEA encryption and decryption algorithm was embedded in the communication link to ensure the security of the dates transmission. Results of experiments verified that the system has merits of low power, high reliable, low cost and easy to use and install, and its overall performance and each index are feasible.

Key words: wireless voting system; radio frequency identification (RFID); XXTEA algorithm

0 引言

随着信息技术的飞速发展, 表决系统已经应用于选举、方案征集、调研等众多领域。传统的表决系统一般是由有线网络组成, 布线复杂, 节点较多, 电磁干扰, 信号衰减, 故障较多且不易排除, 给使用者带来了不便。近年来, 射频识别 (RFID) 技术^[1-3] 的出现有效解决了速度慢和不安全性等问题。它是一种先进的自动识别技术, 具有读取速度快、储存空间大、穿透能力强、成本低和安全性高的特点。RS485^[4] 总线收发器采用的平衡发送和差分接收具有抑制共模干扰的能力, 传输距离远、网络接口简单等优点。基于 RFID 和 RS485 的表决系统可有效传表决系统中的传输距离瓶颈和信

息不安全性等问题, 具有实时的高精度性能和很强的实用价值。

本研究设计了一种基于 RFID 和 RS485 技术的无线表决系统。

1 系统方案

由于该表决系统是针对学校教室、学校会议室、企业会议室等设计开发的, 设计成本、安装的简便性、数据传输的快捷性和可靠性是本研究在设计时要突出的重点。

该系统采用了多级分布式结构, 框架结构如图 1 所示, 包括 3 个部分: 分布式表决器、数据控制器和终端数据管理系统。表决器是与代表进行表决时使用的选项控制设备, 与控制器进行信息交换。控制器是

整个无线表决系统的核心,扫描并激活空闲信道,减少已占用信道,给各个表决器分配网络地址和网络标识符,通过 SPI 接口与表决器进行通信。在控制器与表决器数据交换处于开放的无线状态,外界容易对信息干扰或截获,系统在信号调制时嵌入 XXTEA 加密算法,保护数据在传输链路中的安全。控制器再把收集的诸多信息传输到终端机上,终端机对这些数据进行整理分析,实时显示在大屏幕上。

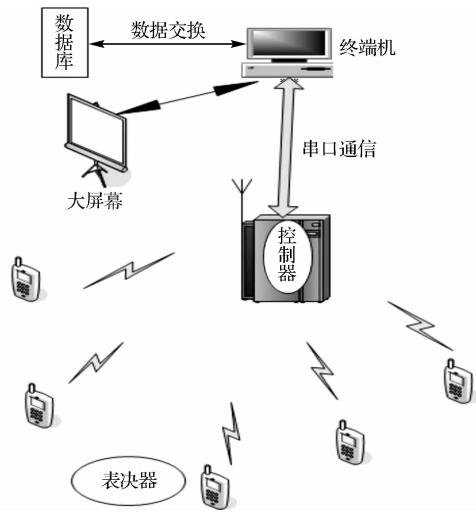


图 1 无线表决系统总体模型

2 硬件设计

2.1 无线通信电路设计

根据发送、接收信号指标,产品便携性及产品价格等多方面考虑,该系统的 CPU 采用的 Silicon Laboratories 公司的 C8051F91^[5] 处理器,它是完全集成的混合信号系统级芯片,具有与 MCS-51 完全兼容的指令周期,内部集成 12 bit(±1.5 LSB)的模数转换器,16 KB 的 Flash,768 Bytes 的 RAM,可以提供多达 6 路的 PWM 信号,内核处理能力达到 25 MIPS,拥有多个省电模式,是业内功耗较低的 MCU。

BK2411^[6] 是 BEKEN 公司推出的 RFID 射频单芯片高速无线收发器,片内含有时钟速率为 8 Mbps 的 4 针 SPI 接口,可直接与微处理器相连,空中传送数据速率高达 1 Mbps 或 2 Mbps,内部集成干扰检测功能和异步搜索频率算法可自动数据处理,适合 RFID 高速率数据的传输。

电路原理图如图 2 所示,电路以 BK2411 为核心。数据填入 BK2411 的 FIFO 中,MCU 对这些数据嵌入 MD5 加密算法,通过 GFSK/FSK 调制到 2.4 G,以 Burst 的形式发出,控制器接收数据,采用 MD5 算法解

密,保证了高速数据传输的安全。BK2411 外围电路比较简单,设计的核心在于 RF 电路的设计, L_1, C_2, L_4, C_{11} 等组成匹配电路,前端 R_4, C_9, C_{10} 组成稳压电路,2.4 G 天线采用室内椭圆极化天线, SPI 接口与 MCU 串口连接。

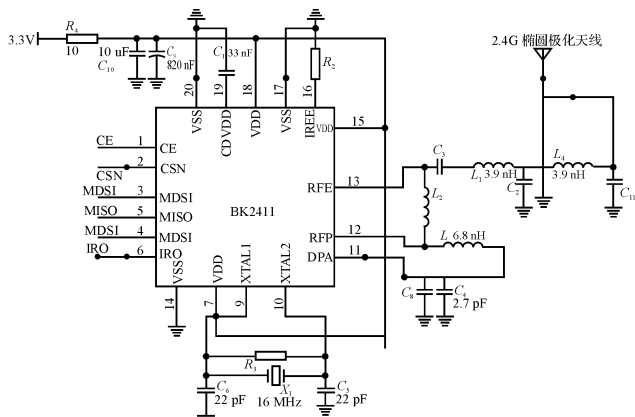


图 2 基于 BK2411 的无线表决器的收发硬件电路图

2.2 串口转换电路和表决器电路设计

由于 PC 机串行输出标准为 RS232,它采用负逻辑工作、单端信号传送、传输距离近,不能够满足本系统的要求,而 RS485 收发器采用正逻辑工作,平衡发送和差分接收,可有效抑制共模干扰,收发器灵敏度高,传输距离达 1 km 以上,所以要实现表决系统能够高效通信,必须要设计 RS232/RS485 转换电路^[7]。该系统采用 SN75176 电平转换芯片,将 TTL 电平转化为 RS485 电平,片内 A、B 引脚接有高能瞬变抗干扰保护装置,利用光电耦合器 TIL117 使与 PC 机之间完全隔离电的影响,提高了系统的抗干扰性,具体电路如图 3 所示。

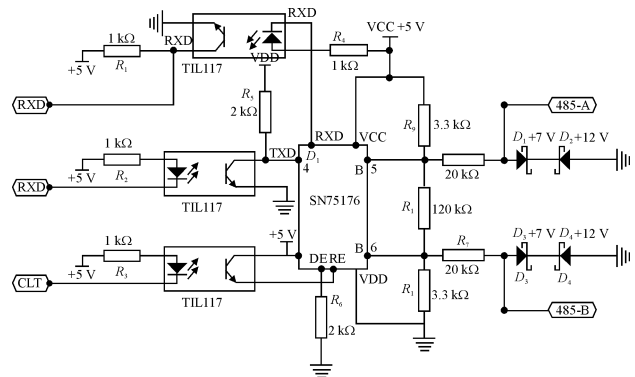


图 3 串口转换电路

下行表决器部分系统电路主要由单片机 C8051F91 处理器、使用 8279 单片机的键盘接口芯片、4×4 按键模块和 12864 液晶模块电路组成。无线发射模块的 BK2411 的 SPI 总线和单片机的 4 根线 SCK、CSN、MOSI、MISO 相连。具体电路如图 4 所示。

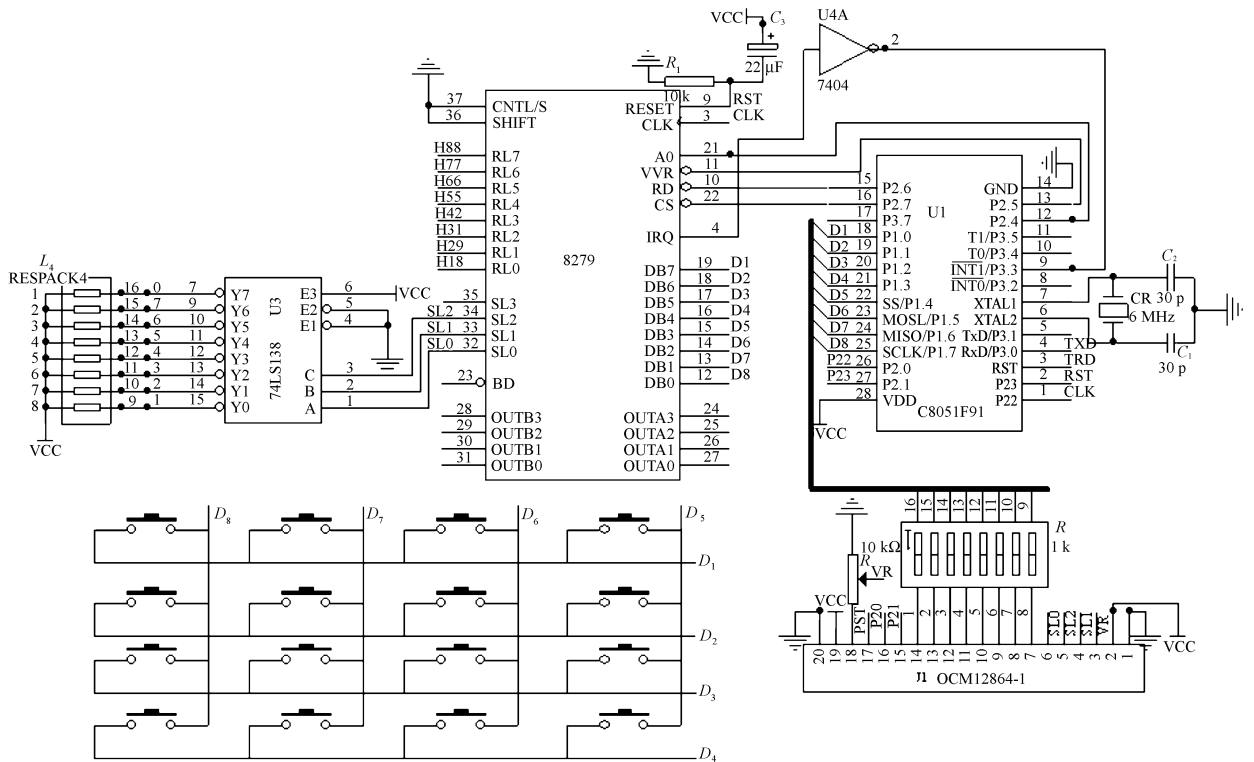


图4 表决器典型控制电路

3 软件平台的设计

软件部分的设计基于 VC 语言,采用模块化设计思想,包括 3 部分:分布式表决器收发程序、串口通信程序和终端数据管理程序。通信流程如图 5 所示。

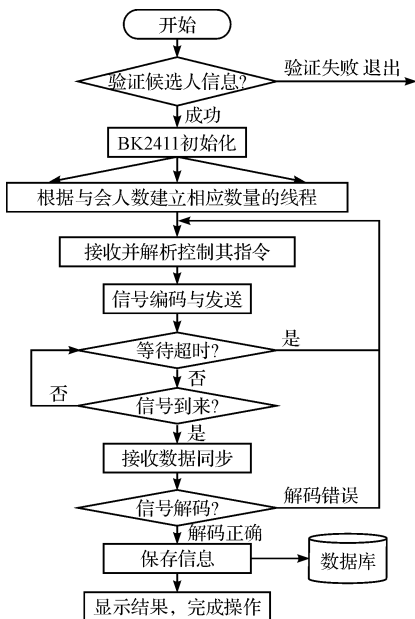


图5 通信流程图

3.1 分布式表决器程序收发程序

控制器收发程序和分布式表决器程序在接口的设

计上很类似,主要功能是对 BK2411 芯片的初始化,为了保证高速数据可靠传输还增加了 XXTEA 加解密算法。

BK2411 寄存器及接口设计如下所示:

```

void BK2411_init(void); //BK2411 的初始化函数,需要分别对
bank0、bank1 进行初始化
unsigned char SPI_read_buffer(unsigned char reg, unsigned char
*pBuf, unsigned char bytes); //读缓冲
void SPI_write_buffer(BYTE reg, BYTE * pBuf, BYTE bytes);
//写缓冲
void SPI_write_reg(BYTE reg, BYTE value); // 寄存器写入
BYTE SPI_read_reg(BYTE reg); // 寄存器读取

```

加解密算法—XXTEA 算法^[8]:TEA 算法是由剑桥大学计算机实验室的 David Wheeler 和 Roger Needham 于 1994 年提出的,它是一种非对称密钥加密算法,采用迭代的形式,实现相当简单,加密强度远远高于传统的 MD5、DES 和 SHA 算法。最新的 XXTEA 是 TEA、XTEA 进化过来的。此算法是采用扩散和混乱方法,加密算法的迭代次数可以改变。

加解密的函数为: $Data_new = BTEA (Key, n, Data)$, $n > 0$ 表示进行加密, $n < 0$ 表示进行解密。密钥采取不正规的方式进行混合以阻止密钥表被攻击,加密的信息即使被截获也不可能通过验证。

3.2 串口通信设计

数据收集分析部分主要是终端机主控程序用来与控制器通信,通过串口读取和发送表决信息,数据收集

分析部分通过串口与控制器进行通信,为此封装了一个通用的串口通信类 CVoteSerial^[9-10]。

3.3 终端机主控程序

终端机主控程序主要是用来收集、统计、分析、显示以及存储表决结果的程序。终端机主控程序主要由显示界面、数据接收、数据存储等模块组成。

(1) 数据显示界面。

本研究使用 MFC 工具设置控件界面图,如图 6 所示,用 VC 设置相应控件的响应事件。通过终端机主控程序的人机交互界面就可进行接收指令和各种信息的输入输出等操作。可以根据实际需要设置系统初始参数,即参与投票的人数和候选人数。



图 6 终端机主控程序界面

控件添加的相应事件如下:

```

CVoteSystemDlg::OnStartVote(); //开始进行表决
CVoteSystemDlg::OnShowVoteResult(); //显示最终表决结果
CVoteSystemDlg::OnShowVoteInfo(); //实时显示表决信息
CVoteSystemDlg::OnResetVote(); //复位表决
CVoteSystemDlg::OnVoteSettings(); //设置投票时间,与会人数等相关设置
CVoteSystemDlg::OnSysSettings(); //设置通信数据端口、数据速率等系统设置
CVoteSystemDlg::OnDataSave(); //表决数据存储
CVoteSystemDlg::OnDataRestore(); //表决数据恢复

```

点击“开始投票”按钮,系统启动计时器,并接收投票数据。

点击“显示”即可查看当时的表决结果,实时全屏显示图如图 7 所示。

实时表决信息			
候选人姓名	候选人姓名	候选人简介	候选人得票数
王欣欣	女	共产党员、积极分子;成绩优秀	190
王闯闯	男	共青团员、捣乱分子;成绩一般般	90

图 7 全屏显示图

(2) 数据存储。

终端机主控程序的数据存储部分主要是通过 SQL2000 来管理表决信息,读取 SQL2000 数据库的数据,把有效信息及时写入数据库中并保存:

```

create table voteInfo (string name, bool gender, string introduction, int votes, int id);

```

(3) 测试结果:

$\rho_{\text{识别}}$ = 正确识别票数/识别总票数; $\rho_{\text{误码}}$ = 错误识别票数/识别总票数。

对本表决系统的识别率和误码率进行测试,测试结果如表 1 所示。

表 1 识别率和误码率测试结果

测试结果	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
与会人数	10	100	150	200	250
有效票数	10	99	149	200	245
无效票数	0	1	1	0	5
$\rho_{\text{识别}}$	100%	99%	99.3%	100%	98%
$\rho_{\text{误码}}$	0	1%	0.7%	0	2%
时间/min	0.1	0.5	0.9	1.5	2.0

4 结束语

本研究的创新点在于结合了 RFID 和 485 总线技术的优点,在 RFID 通信链路表决信息中使用 XXTEA 加密算法,提高了通信链路的安全性,具有成本低、可靠性高、稳定性好等优点。根据上面所述工作原理及实施方案,在实践中很好地实现了整个系统的功能,各项指标达到设计的要求。若发射端加上匹配的功放,传输距离可达 100 m 以上,有很广阔的应用前景。

参考文献 (References):

- [1] LIU Hai-long, CHEN Qun, LI Zhan-huai. Optimization techniques for RFID complex event processing [J]. **Journal of Computer Science and Technology**, 2009, 24(4): 723-733.
- [2] OREN Y, WOOL A. RFID-Based Electronic Voting: What Could Possibly Go Wrong? [C]// 2010 IEEE International Conference on RFID. Orlando: [s. n.], 2010: 118-125.
- [3] PATHANAWONGTHUM N, CHERNTANOMWONG P. RFID based Localization Techniques for Indoor Environment [C]//The 12th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT). Phoenix Park; 2010: 1418-1421.
- [4] MAXIM Integrated Products, Inc.. Low-power, slew-rate-limited RS-485 transceivers [EB/OL]. [2003 - 10 - 13]. <http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX1487-MAX491.pdf>.
- [5] 李文仲, 段朝玉. C8051F 系列单片机与短距离无线数据通信 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.
- [6] BEKEN Corporation. BK2411/BK2412 preliminary specifications [EB/OL]. [2009 - 09 - 08]. <http://www.newmsg.com/Product/NewMsg-RF2411.pdf>.
- [7] 邓素萍. 串行通信 RS232/RS485 转换器 [J]. 国外电子元器件, 2001(7): 62-63.
- [8] 程 振, 刘年生, 李 琳, 等. 一种适用于 RFID 读写器的加密算法及其实现 [J]. 信息与电子工程, 2009, 7(4): 349-353.
- [9] NEEDHAM R M, WHEELER D J. Correction to xtea [EB/OL]. [2009 - 06 - 24]. <http://www.movabletype.co.uk/scripts/xtea.pdf>.
- [10] 金 剑. 在 VC++ 下用 Win32 API 函数编写多线程串口通信程序 [J]. 数字技术与应用, 2009(12): 24-25.