

基于 RS485 总线的互锁联动系统网络化通信的实现

刘 明¹, 张龙灯², 张洪彦², 尹业华²

(1. 昆明理工大学 计算中心, 云南 昆明 650093 2 昆明金安利信息技术有限公司, 云南 昆明 650033)

摘要: 提出了一种基于 RS485 总线, 以软件方式实现并适合于分布式监控的网络通信方法, 实现了互锁联动门禁系统的网络化通信, 并结合多线程机制以提高监控软件的实时性. 实践表明这种方案是有效实用的, 能够满足分布式监控中的网络通信和实时性要求, 并具有较高的性价比.

关键词: 门禁系统; 互锁; RS485 总线; 分布式监控

中图分类号: TP273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2008)04-0047-04

Implementation of Network Communication for Anti-Tail Interlock Safety Door Control System Based on RS485 Bus

LIU Ming¹, ZHANG Long-deng², ZHANG Hong-yan², YING Ye-hua²

(1. Computer Center, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China

2 Kunming Jin'anli Information and Technology Corporation, Kunming 650033, China)

Abstract A new network communication method based on RS485 bus is proposed and realized by way of software, which is suitable for distributed system. Multithread technology is adopted to improve the real-time of the monitoring and control management system. It is proved through practices that this scheme is effective and practical to meet distributed system network communication and real-time requirements with a high performance price ratio.

Key words entrance guard system; interlock; RS485 bus; distributed monitoring

0 引言

防尾随联动互锁安全门, 也称互锁联动门, 是智能门禁系统产品之一, 通常应用于银行等金融部门, 安全性要求高. 主要功能是实现当任一门处于开启状态, 绝对禁止其他门的开启, 具有自动防尾随跟入功能. 一般互锁联动门禁系统中, 有两道门, 即外门和内门, 可以使用点对点方式实现, 而 RS485 硬件操作简单, 便于单片机编程, 是很好的选择. 随着社会的发展, 不少用户需求安装四道门, 并增加主控计算机, 监控电子门锁的状态, 实时与各门锁进行通信, 实现分散控制, 集中管理分布式监控. 为了满足用户需求, 不少产品采用 IP 协议设备实现网络化通信, 但成本高, 价格昂贵. 也有产品在 RS485 的基础上增加分布式模块 (如 ICP-CON7000 系列产品) 实现信道共享. 但这将增加成本, 也不便于门锁的封装与集成. 鉴于此, 在 RS485 点对点通信基础上, 利用软件方式实现 RS485 网络, 进而实现分布式监控, 在门禁系统以及工业控制领域, 具有广泛的应用前景.

1 电子门锁硬件组成

电子门锁硬件系统由单片机、Flash 存储器、I/O 设备、通信模块和机电设备等组成. 电子门锁硬件系统组成如图 1 所示.

收稿日期: 2007-09-15. 基金项目: 昆明市科技型中小企业技术创新基金资助项目 (项目编号: CJ2004013).

第一作者简介: 刘明 (1973-), 男, 工程师. 主要研究方向: 计算机网络、软件工程.

E-mail: kglm@gnail.com

其中, FLASH 存储器用于存储开门记录及各种报警事件,而单片机(图 1 所示 MCU 中央处理器)程序存储在单片机内部存储器中.通信模块采用全双工 RS485 芯片(如 SP491 等),接到 RS485 通信总线.

2 RS485 网络通信实现

在互锁联动分布式系统中,主控制计算机需要与不同位置的门锁下位机(门锁单片机)通信,下位机控制相应门锁,一旦状态方式变化,下位机将向主控计算机发送信号;同时,主控计算机也要向下位机发送操作命令,下位机处理完成后,将处理结果回传主控计算机;而下位机之间也会发送互锁命令.也就是说,形成了多个门锁下位机分散在不同位置监控门锁,而由主控计算机集中管理的分布式监控模式.在分布式监控中,要求主控计算机与下位机,以及下位机之间建立实时、稳定的网络通信.用于分布式监控的网络通信不同于通用的计算机网络^[1],主要特点有:1)通信数据量小;2)实时性要求较高.

2.1 通信方案概述

电子门锁和主控机连接在同一 RS485 通信线路上,共享信道而组成 RS485 网络,如图 2 所示.具体连接方法可参见相关全双工 RS485 芯片的使用手册.

这种共享信道的通信方式在互锁联动门禁系统的通信中,需要解决两个主要的问题:

1)如主控计算机向内门发出数据,数据一经发出,将出现在整个信道上,外门、后门也会同时收到数据.下位机之间发送数据时也存在这一问题.通信过程中就要明确数据的发送者和接收者,需要对主控计算机与门锁进行编址.

2)如果内门下位机向主控计算机发送数据,外门下位机也在向主控计算机发送数据,电气信号将相互干扰,而导致主控计算机无法接收到正确的数据.因此,通信过程中要进行防冲突处理.

为解决上述主要问题,需要在下位机和主控计算机中以程序方式实现一致的基于 RS485 的通信协议,进而实现了 RS485 网络通信.通信协议参考以太网技术中的帧封装技术和信道共享技术,适当改进.主要包括:1)帧格式;2)信道共享;3)差错检查与出错重发.也就是说,实现了一种软件方式的 RS485 网络通信.

2.2 帧格式设计

在 RS485 点对点通信中,一般采用 RS485 直接字符方式编程.其优点就在于没有额外的封装信息开销,通信数据量会相对减少. RS485 直接字符方式比较适合于简单点对点的通信,而不适合于信道共享方式的复杂通信数据的处理.因此,有必要在 RS485 字符方式的基础上进行封装,将数据封装为帧.这样在系统中,帧就成为最基本的数据通信单位.帧格式设计中关键点是地址码和校验码的设计,地址分为广播地址和节点地址(广播地址用于主控计算机向门锁发送如“紧急关门”等广播命令).帧格式的设计对通信效率也有很大的影响,应结合实际,按照易于解析和提高通信效率的原则设计.本着这一原则,我们将帧分为数据帧、命令帧、测试帧和应答帧四种帧格式.命令帧格式如图 3 所示.

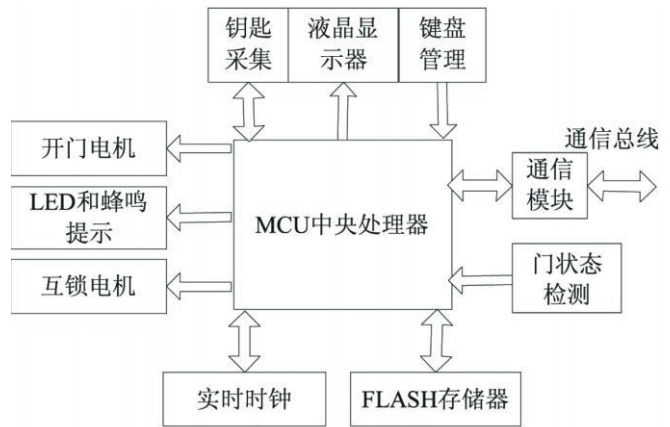


图1 电子门锁组成
Fig.1 Internal structure of the electronic lock

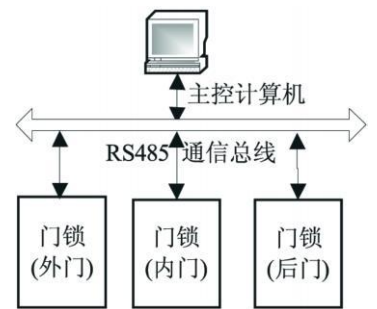


图2 RS485网络连接
Fig.2 RS485 broadcast network

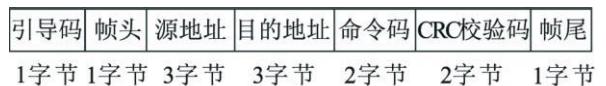


图3 命令帧格式

Fig.3 Comand frame format

其它帧格式与此类似, 这里就不一一列举. 其中, 数据帧长度可变, 而其它帧长度固定而短小. 这样便于帧解析和验证, 并能减少通信量, 提高效率. 采用帧方式, 虽然带来一定的额外封装信息开销, 但对复杂通信来说, 程序容易控制. 帧不仅是数据通信的基本单位, 也就是数据通信程序的基本数据结构. 帧的封装与解析是通信程序最基本的功能.

2.3 信道共享协议的实现

在这种信道共享协议中, 下位机与主控计算机之间是对等的而并非一种主从关系, 主控计算机与下位机, 以及下位机之间都可以直接通信. 因此, 下位机与主控计算机必须实现一致的通信协议, 而在协议的设计上, 应考虑单片机的实现, 要做到简单而有效.

2.3.1 信道共享协议流程

信道共享的基本思想就是要保证在发送数据时, 信道是空闲的, 进而保证正常的通信^[1]. 按照这一基本思想并结合实际, 简化流程, 采用控制发送端为主, 进而实现信道共享的方法. 也就是共享协议主要在发送端实现, 而接收端只进行验证和应答. 发送端协议主要流程如图 4 所示. 在通信时监听信道, 如果信道忙, 就一直监听下去. 信道空闲则发送数据, 并利用差错检查算法, 检查有无差错.

在实现上, 主控计算机采用 Windows 平台的多线程机制. 通信程序由通信线程和帧处理线程两个线程组成. 这样软件系统具有较高的并发能力. 主控计算机通信线程就是实现该协议. 在单片机中, 主要是利用通信中断和时钟中断机制实现通信协议, 其流程和主控计算机通信线程大致一样.

2.3.2 二进制指数退避算法^[2]的实现

如果两节点同时发送一帧, 发送前将因无法检测信道信号化而发生冲突, 而发生差错. 若选择相同延时, 那么将导致第二次冲突, 进而会导致一连串的冲突. 两个或两个以上节点同时发送在节点少的情况下, 虽然几率并不高, 但给整个系统带来了不稳定的隐患. 因此, 在冲突后, 延时 t 就应该随机变化. 有一种方法^[4], 就是根据信号电平法^[2]的原理, 设计一硬件电路来检测冲突. 这种方法, 对半双工 RS485 通信可以提高冲突检查的效率, 但无法实现冲突后的随机延时, 而没能消除这种隐患. 这里, 采用软件方式实现随机退避. 在二进制指数退避算法基础上简化运算, 退避时间 t 的计算公式为: $t = R \cdot A \cdot 2^i$.

R 为随机整数, 单片机及主控计算机取时间为随机因子, 系统根据可能的通信节点数, 最大随机数设为 5 . i 为冲突次数, A 是时间计算单位. 一旦发生冲突, t 就取 $0 \sim (2^i - 1) \cdot 5$ 之间的一个随机整数乘以 A . 关于 A 的取值, 应取最大延迟. 根据系统设定的 RS485 波特率和线路长度, 可估算出平均一帧数据绕总线循环一周的时间作为 A 的取值 (系统中 A 取值为 10ms). 这样, 一旦冲突发生, 不同通信节点的延时 t 就被分散为离散的时槽 A , 尽可能的避免了再次冲突.

2.3.3 信道检测方法

检测信道采用两种方式: 信号电平法和测试帧自测法. 信号电平法就是检测 RS485 通信线路上有无信号 (状态) 变化, 以判断信道上是否有其它节点在通信. 测试帧自测法, 就是通信时, 利用全双工机制, 先发一测试帧, 同时接收该测试帧. 将发送的测试帧和接受到的测试帧进行比较, 如果一致, 表明信道上没有冲突, 而不必如参考文献 [4] 的半双工方式需自行设计硬件电路提高冲突检测的效率. 信号电平法用于单

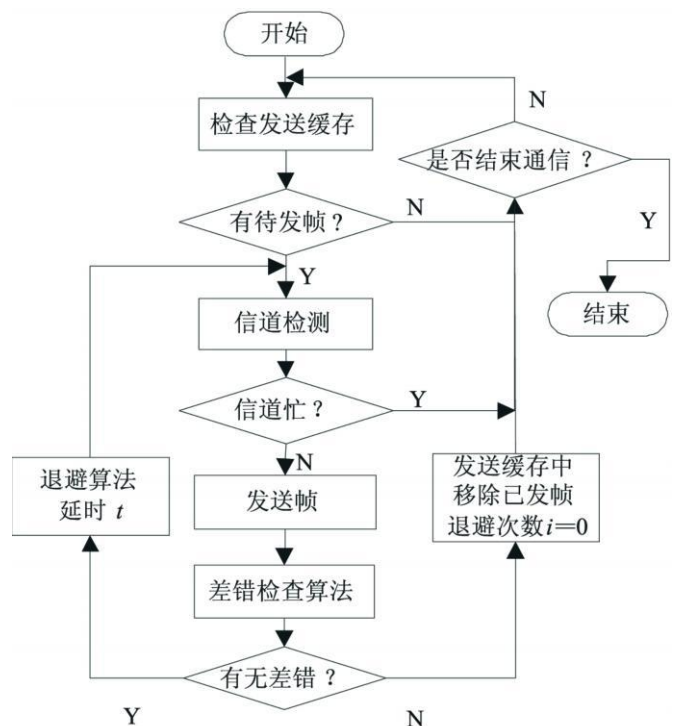


图4 RS485 信道共享协议流程图

Fig.4 Block diagram of the channel allocation protocol

片机,而测试帧自测法可用于主控计算机(主控计算机操作系统或软件开发平台不一定会提供支持信号电平法的编程接口,这种情况下,可以使用测试帧自测法)。测试帧自测法需要通信系统具有容错机制,即差错检查和重发。因为在发送测试帧时可能会破坏其它节点之间的通信。

2.3.4 双重差错检查机制与出错重发

差错检查与出错重发是为了保证通信的可靠性。差错检查也可利用 RS485 全双工通信机制,在发送数据时,同时接收并比对收发数据是否一致,如果不一致,表明出错而重发,这种方法也叫自发自收法^[2],为提高可靠性,还可采用应答帧方式。接收端利用 CRC 校验码验证接收帧,如果正确,则接收,并向发送端发送应答帧,否则不予响应。发送端收到应答帧,则进入下一帧的发送,若在一定时间(取 4t,即 40ms)内没收到应答帧,则认为出错而进入差错处理流程而重复该帧。应答帧带来了延时,但提高了可靠性。发送命令和状态的命令帧只需一帧就完成操作,而可靠性要求高,采用两种方式相结合,实现“双重保险”,以确保可靠性;开门记录等数据要多个数据帧才能完成,只采用自发自收的验证方式,以提高效率为目的。

冲突与差错采用相同的方法处理,简化了流程,便于单片机实现,但出错帧导致了不必要的退避延时。不过,这种延时是可以接受的^[3]。

3 测试与应用

用示波器测试,系统设定波特率为 38 400 bps,线缆长度 200 m,帧长为 13 字节(命令帧),传输一帧数据平均时间一般在 3.84 ms。考虑有应答帧和处理数据的延时,信道共享协议退避算法中 A 的取值设为 10 ms。由于通信节点相对较少(一般在 5 个左右),发生冲突的几率小,经测试,若发生冲突,也只需一次退避就可避免再次冲突,很少出现两次退避。大量模拟冲突的压力测试表明,在最坏情况下,成功发送一命令帧的最大延时在 160 ms 左右。这种延时对互锁联动门禁系统的实时性和相关技术要求^[3]来说,是完全可以接受的。

帧封装带来额外开销,但稳定性增强。门锁 Flash 存储开门记录(包括开门人、开门时间以及报警等信息)最大容量为 4 000 条,主控计算机提取 4 000 条开门记录一次读取成功率为 99% (如 2.3.4 所述,数据帧为提高传输速率,未采用应答帧方式进行差错检查,因外部干扰可能出错而使主控计算机不能读到正确的数据而终止读取),平均读取时间近 2.5 ms,比过去直接字符方式的点对点通信成功率高,而使得平均读取时间提高了近 1 ms。

实时性方面,监控软件在多线程机制的基础上实现通信协议,当用户在使用系统分析开门记录和自动生产考勤表等耗时较多的运算功能的同时,也能及时听到开门提示音和报警提示音等,而没有滞后,在较大程度上提高了监控软件系统的实时性。

这种软件方式实现的 RS485 网络的最大优势还在于可以根据用户需求,适当修改和调整通信程序即可方便地加入相关监控设备。另外,为满足用户需求,主控计算机可以接入因特网,向远程实时发布门锁状态;同时,可接收用户远程命令,将用户监控命令转发各门锁,实现远程监控。

4 结束语

本文提出的这种通信方案,利用软件方式解决了 RS485 通信的局限,实现了 RS485 网络,适合于互锁联动和常规工业控制等通信数据量小而传输速率要求不高的系统。应用实践证明,采用这种通信方案,提高了互锁联动系统的稳定性与实时性,系统的可扩展性好,性价比高。

参考文献:

- [1] 谢剑英,贾青. 微型计算机控制技术·第3版[M]. 北京:国防工业出版社,2001.
- [2] 张尧学,王晓春,赵艳标. 计算机网络与 Internet 教程[M]. 北京:清华大学出版社,2001.
- [3] 中华人民共和国公安部. 防尾随联动互锁安全门通用技术条件[M]. 北京:中国标准出版社,2006.
- [4] 吴忻生,陈安,胡跃明,等. 一种实现载波监听多点接入/冲突检测的多主 RS485 总线[J]. 电子技术应用,2004,30(2):