

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2015.08.028

电梯无线群控通讯技术研究

徐美龄, 赵国军*

(浙江工业大学 特种装备制造与先进加工技术教育部重点实验室, 浙江 杭州 310014)

摘要:针对传统电梯群控通讯系统存在通讯线路过多,稳定性较差,电缆多引起的高成本、高故障率的问题,将无线通讯技术应用到电梯群控通讯中。开展了电梯群控系统结构与工作原理的分析,并以 STM32W108 芯片为核心的 ZigBee 无线模块作为每台电梯主控板的群控模块,建立了各电梯群控模块之间的通讯关系及过程,通过用 KeilVision4 软件编写通讯程序、搭建试验平台,设计了一种电梯无线群控通讯系统。并通过波形图上所显示的数据帧的时间间隔验证了通讯的可靠性。研究表明,相比于传统电梯群控通讯技术,本系统的设计在保证通讯正常的前提下,不仅提高了通讯的稳定性,而且减少了电缆的使用,对现有的群控通讯技术的发展具有重要的现实意义。

关键词: ZigBee; 无线通讯; 群控系统

中图分类号: TP3; TN92

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2015)08-1146-05

Wireless communication technology on elevator group control

XU Mei-ling, ZHAO Guo-jun

(Key Laboratory of Special Equipment and Advanced Manufacturing Technology, Ministry of Education, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Aiming at the problems of too many communication lines, poor stability, high cost and high failure rate caused by using many cables in traditional group control elevator, the wireless communication technology was investigated to elevator group control communication. After the analysis of structure and working principle of the group control system, the ZigBee as a group control module of every elevator's main control board while the STM32W108 chip as the core of it, communication relationship and process between one group control module and the other group control module were established. By programming which was wrote by the KeilVision4 and building a test platform, a wireless group control communication system was designed to elevator. Through the waveform graph data frame of time intervals, verified the reliability of communication. The results indicate that compared with traditional elevator group control communication technology, This system design under the premise that guarantees the normal communication, not only improves the stability of communication, but also reduces the use of cable, there is an important practical significance to current group control the development of communication technology.

Key words: ZigBee; wireless communication; group control system

0 引言

随着城市建设的迅速发展,生活水平不断提高,电梯作为一种主要的垂直交通工具,得到了广泛的应用,同时人们对电梯服务质量和效率的要求也变得越

来越高。为了提高服务质量及效率,建筑物往往需要安装多台电梯来进行群控调度。群控电梯的调度需通过分析各台电梯的运行方向、轿厢当前位置、外召信号、内召信号等因素来实现的,传统电梯获取其余电梯群控信息的通讯方式往往采用 CAN 总线、232 总线或

收稿日期:2015-03-06

作者简介:徐美龄(1991-),女,浙江丽水人,主要从事电梯控制系统方面的研究. E-mail:1041407174@qq.com

通信联系人:赵国军,男,教授,硕士生导师. E-mail:cnzgj@163.com

者 485 总线进行有线通讯^[1],然而对于高层楼,电缆线重量高达 100 kg,对电缆的安装、固定及维修都加大了难度。该通讯方式线路多,抗干扰能力较差,控制复杂,影响了电梯群控通讯的可靠性。

针对上述问题,本研究基于 STM32 W108 控制器为核心的 ZigBee 无线群控模块^[2],设计一种电梯无线群控通讯系统。

1 电梯群控系统结构分析

目前,电梯群控系统结构有两种:星型群控系统结构、环形群控系统结构^[3]。

星型电梯群控系统如图 1 所示,即集中式控制,典型的有日本三菱和日立^[4]的群控系统。星形群控系统通过一个群控模块集中式控制,群控器不需要区分外召信号的所属电梯,而只需知道外召所在楼层,但是系统存在一个致命缺点:当群控器发生故障时,整个群控系统将会瘫痪。由此看出,群控系统的可靠性较低。

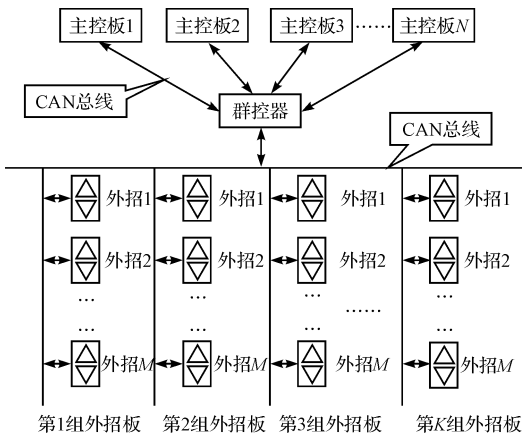


图 1 星型群控系统结构

环形群控系统结构如图 2 所示,典型的有奥的斯群控系统和德国奔克群控系统^[5]。环型群控系统改变了集中控制模式,每台电梯可以独立运行,大大地减小了群控系统整体瘫痪的概率。但是传输数据量大,通讯易堵塞,信息传递实时性差,数据易丢失。

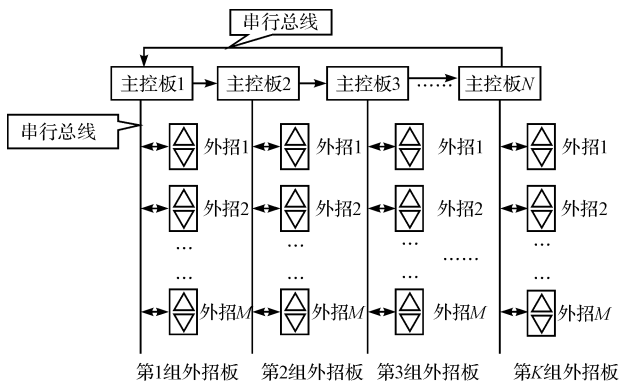


图 2 环形群控系统结构

本研究设计了一种电梯无线群控通讯系统,其结构如图 3 所示。

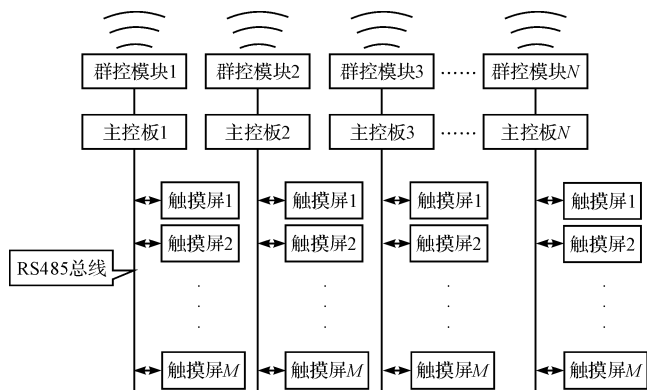


图 3 无线群控系统结构

由图 3 可知,每台电梯配有一个主控板,每个主控板配有一个群控模块,群控模块不仅是所有功能模块的连接中心,而且是所有功能模块的控制核心。

该无线群控系统结构采用多个群控模块,使群控系统不会因为某一个群控器的破坏而造成整体瘫痪,而且群控模块与主板分离,自成一个功能模块。本研究采用以 STM32 W108 芯片为核心的 ZigBee 作为群控模块进行无线群控通讯,利用电梯无线群控系统结构,克服了星形和环形系统所存在的缺点,保证了群控系统的高效稳定性,提高了电梯群控系统的执行效率。

2 电梯无线群控通讯系统的设计

本研究的群控模块采用 REX3SP 型 ZigBee 无线模块,主控核心为 ARM Cortex-M3 内核的 STM32W108 芯片,该模块的功能是负责把主控板的串口数据转化成无线信号发送出去或者接收无线信号并转发给主控板。群控模块接收灵敏度为 -104 dBm,天线增益为 2 dBi,发射的最大功率为 +23 dBm,最大通信速率可达 250 kps^[6]。本研究采用 8 台电梯作为群控群,电梯的编号从左到右分别为 0x01, 0x02, 0x03, 0x04, 0x05, 0x06, 0x07, 0x08。

2.1 主控板间的串口配置

在主控板间通讯中,通讯模式采用异步、半双工串口模式。串口数据发送时,每个数据由 10 个位组成,即 1 个起始位,8 个数据位,1 个停止位。在数据稳定传输的基础上,主控板的串口波特率采用 115 200 bps。

接收或发送一个字节所需时间^[7]如下式:

$$T = (StBit + DaBit + SpBit) / Baud \quad (1)$$

主控板发送一个数据字节的时间为 T ,将其代入式(1)中可知 $T = 86 \mu s$ 。

2.2 群控模块间通讯的具体实现

无线群控通讯系统采用透明传输的方式^[8]进行通讯,即电梯主控板 n 端的无线模块 n 将串口处接收到的数据打包,并启动无线发送功能。其他无线模块把来自无线模块 n 的无线数据包进行解包得到电梯 n 的群控数据帧,并将其通过串口发送至各自连接的电梯主控板。无线群控通讯的具体实现如图 4 所示。

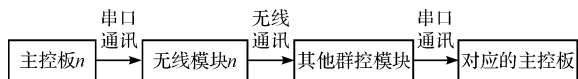


图 4 无线群控通讯的具体实现

2.3 群控模块间通讯时序同步技术的介绍

群控通讯时,各个群控模块的通讯时序如图 5 所示。

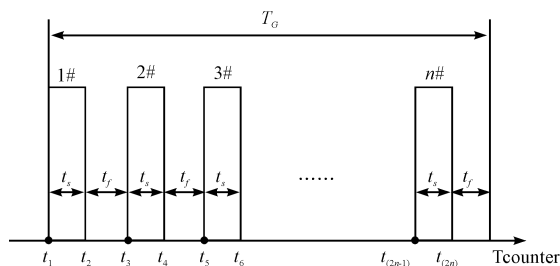


图 5 群控模块间的通讯时序

$t_1, t_3, t_5 \dots t(2n-1)$ —无线群控模块中断发送数据帧的起始点; $t_2, t_4, t_6 \dots t(2n)$ —群控模块中断发送数据帧的结束点; t_s —一个群控模块发送一数据帧所需的时间; t_f —一个群控模块发送数据帧结束至下个群控模块发送数据帧开始的时间间隔; T_c —一个周期

如图 5 所示,横坐标为时间计数轴,因此:

$$t_s = t(2n) - t(2n - 1) \quad (2)$$

$$t_f = t(2n + 1) - t(2n) \quad (3)$$

式(2,3)中: $n \geq 1$ 时间段 t_f 是为了保证:每个群控模块发送数据帧结束后,其余群控模块都能在 t_f 时间内完成接收。

每个群控模块控制芯片的时钟存在一定的差别,群控通讯阶段的通讯时序同步原理如图 6 所示,由于 1 号群控模块发送完 3 个字节数据时,计数器计数值为 t_1 ,2 号群控模块却只计数到 t'_1 ,与 1 号群控模块计数值相差为 $t_1 - t'_1$,因此需要在时间上进行同步。根据发送或接收一个字节的的时间是固定的,即群控模块发送或者接收相同字节数据帧所花时间相同,本研究在此设定 n 号群控模块发送完 3 个字节数据的时间点 $t_1 + (t_s + t_f) \cdot (n - 1)$ 为所有群控模块的同步值,即其他群控模块在接收到第 3 个字节时在软件上重新校正计数值为 $t_1 + (t_s + t_f) \cdot (n - 1)$ 。这样不仅能够防止

总线信息的堵塞,还能保证群控信息的高效传输。

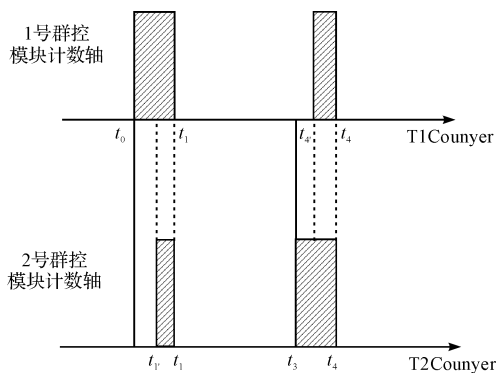


图 6 群控通讯阶段的通讯时序同步原理

2.4 群控模块间通讯过程的分析

电梯无线模块是按照 1、2、3...8 的固定顺序依次轮流发送数据帧,这样才能有序地获得每台主板的群控信息。本研究在群控模块上电开始通讯前的时间上设定了同步规则:启动时同步、正常工作时同步。

启动时同步:电梯启动时的同步过程如图 7 所示。由图 7 可知,当 1 号电梯上电时,在 0.5 s 内查询是否接收到其他群控模块发送的数据,如果有收到,则说明电梯处于群控状态中,因此当群控模块接收完成数据后需跟其它群控模块进行通讯时序的同步;如果没有,则说明电梯处于非群控状态中,属单梯控制。其余电梯与 1 号梯的启动同步原理相同。此处的时间设定可以根据编写的调度程序的特点来选择,一般的原则为:从 0x010x08 号电梯,等待时间依次增加。

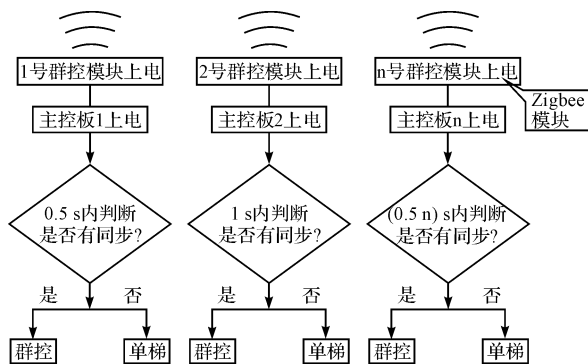


图 7 启动时同步过程

正常工作时同步:为了保证无线通讯的畅通,需对群控模块进行通讯时序上的同步,同步次数取决于处于群控状态中的电梯台数,有几台就进行几次同步。在本研究中,设定一群控数据帧字节长度为 74 个,其中包括 64 层的呼梯信息、开关门信息、故障信息、满载信息、电梯运行状态信息^[9]等,数据帧首字节为 0x7E,第 3 个字节表示电梯编号识别码。群控通讯主程序流程图如图 8 所示。

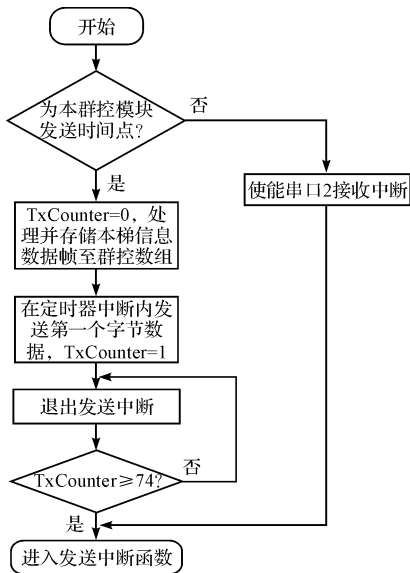


图8 无线群控通讯主程序

由图8可知,系统先判断是不是本梯的群控模块发送时间点,若是,首先准备好即将发送的本梯信息数据帧并把数据存储至群控数组内,其次在定时器中断内通过串口发送首字节,其他字节数据会存放在串口发送缓冲器内,然后其余字节数据会依次发送,直到串口发送缓冲器为空时才停止发送,即发送完毕;若不是,则使能串口接收中断,准备接收其他群控模块发送过来的数据,具体过程如图9所示。

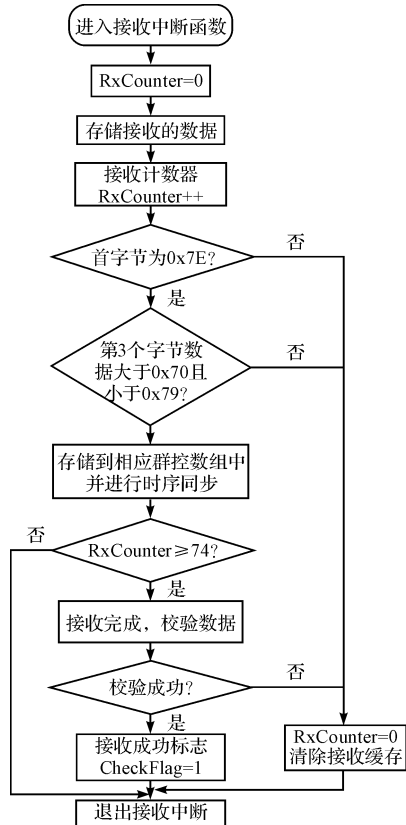


图9 串口接收流程

由图9可知,在进入串口接收中断时,系统存储接收到的数据,再判断首字节是否为0x7E?若是,则继续判断第3个字节是否是电梯编号信息,若是,把接收到的数据存储至群控数组内并进行时序同步,等到接收完毕后判断是否校验成功,若是,退出接收中断。

每块群控模块发送的数据帧长度为74个字节,发送一帧的时间为 $T_{G1} = 74T = 6.4 \text{ ms}$ 。经过多次测试,ZigBee存在最大16ms的延时,为了保证通讯正常,因此本研究采用25ms同步一次。群控模块间的通讯时序如图10所示, $T_G = 200 \text{ ms}$ 。

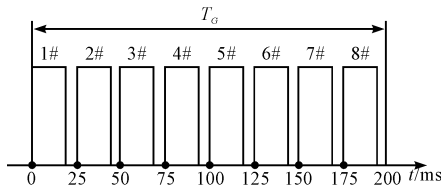


图10 群控模块间的通讯时序

3 实验测试

本研究中的主控板采用Cortex-M3内核处理器LPC1766,该处理器是NXP的32位嵌入式处理器。

触摸屏外招板采用型号为DMT80480T070_18WT的DWIN公司生产的DGUS屏^[10]。为了验证群控通讯的合理性,本研究搭建了实验平台,两台电梯主控板连接实物图如图11所示。

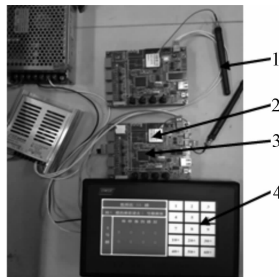


图11 两台电梯连接实物图

1—棒状天线;2—ZigBee群控模块;3—电梯主控板;4—触摸屏外招板

在本研究中,由于设备的限制,笔者进行了1号梯和8号梯的群控通讯实验。1号群控模块与8号群控模块之间的通信波形如图12所示。

由图12可知,群控模块间的通讯周期为200ms,无线群控通讯在时间上满足电梯群控系统通讯的要求。

4 结束语

本研究阐述了以STM32W108芯片为核心的Zig-

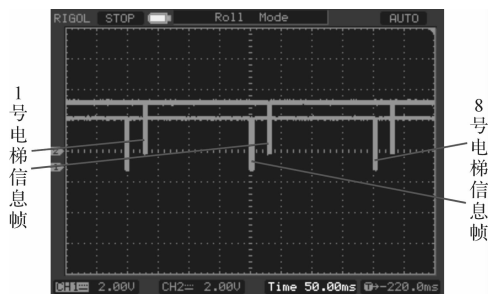


图 12 1号群控模块与8号群控模块间的通信波形

Bee 无线模块作为群控模块,针对传统电梯群控通讯存在通讯线路过多,稳定性较差,电缆多引起的高成本、高故障率的问题,提出了一种新的群控技术,提高了电梯的运行性能和服务质量。经实验表明,本群控系统结构设计更加合理,大大提高了系统稳定性;该系统采用无线群控通讯方式,打破传统的有线群控通讯,降低了成本,提高电梯的使用寿命和可靠性。

参考文献 (References) :

[1] 高如月,吴跃军,李建勋. 基于 CAN 总线及高速 RS232 总

线的电梯群优化控制系统的设计[J]. 电气传动自动化. 2005,27(6):45-48.
 [2] 沈建华,赫立平. STM32W 无线射频 ZigBee 单片机原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2010.
 [3] 上海永大电梯设备有限公司. 一种群控装置: 中国, ZL200720071806. 5[P]. 2008-04-30.
 [4] 俞 雯. 基于多目标规划算法的智能电梯群控系统的研究[D]. 杭州:浙江工业大学机械学院,2008.
 [5] 魏君燕,赵国军,曾信雁,等. 群控电梯目的地调度系统[J]. 机电工程. 2013,30(11):1383-1387.
 [6] 浙江瑞瀛网络科技有限公司. REXBEE 模块产品手册[OL]. 浙江瑞瀛网络科技有限公司,2013.
 [7] 田炳丽,丁风雷,王冠琳,等. 硬件扩展单片机多串口通讯方式的研究[J]. 通信技术. 2010,43(10):153-154.
 [8] 翟 雷,刘盛德,胡咸斌. ZigBee 技术及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2010.
 [9] 周海丹,赵国军,徐 雷. 基于模糊逻辑的预约电梯群控算法[J]. 机电工程,2010,27(9):37-41.
 [10] 迪文科技有限公司迪文 DGUS 屏使用指南[Z]. 迪文科技有限公司,2012.

[编辑:张 豪]

本文引用格式:

徐美龄,赵国军. 电梯无线群控通讯技术研究[J]. 机电工程,2015,32(8):1146-1150.

XU Mei-ling, ZHAO Guo-jun. Wireless communication technology on elevator group control[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2015,32(8): 1146-1150. 《机电工程》杂志;http://www.meem.com.cn

(上接第 1114 页)

机械臂控制系统通过仿真测试,进一步论证机械臂控制系统已具备排爆机器人远程定位控制、拆除剪断引爆器和搬运爆炸物的功能,完全达到设计目标。

5 结束语

本研究从运动学、动力学角度出发,对机械臂的硬件原理进行分析,确定了主要部件参数,运用模块化设计与多传感器信息融合技术,设计了实用的机械臂控制系统。最后对机械臂控制系统的性能进行了仿真测试,为今后进一步改进设计提供了宝贵经验。

该排爆机器人机械臂,尚未在复杂环境下进行严格测试,实际环境比本研究的试验环境要更复杂,对机械臂控制系统的性能将提出更高要求,这是下一步将继续研究的方向。

参考文献 (References) :

[1] 李 波,张 瑾,李国栋. 全地形排爆机器人运动机构设计[J]. 机电工程,2015,32(6):803-807.
 [2] 钱小平,杨庆华,荀 一,等. 基于 Java3D 的机械臂三维

虚拟场景[J]. 机电工程,2014,31(1):47-51.
 [3] 胡幸江,陈国定. 机械臂控制实验系统研究[J]. 机电工程,2010,27(1):91-93.
 [4] 卢君宜,熊晓松,朱 东. 五自由度采摘机械臂关节空间轨迹规划[J]. 轻工机械,2013,31(4):11-14.
 [5] 王殿君,魏洪兴,任福君. 移动机器人自主定位技术[M]. 北京:机械工业出版社,2013.
 [6] 曹其新,张 蕾. 轮式自主移动机器人[M]. 上海:上海交通大学出版社,2012.
 [7] 葛为民,张华瑾,王肖锋,等. 自重构机器人变形过程运动学分析及越障仿真[J]. 中国机械工程,2014,25(19):2608-2613.
 [8] 周立功. LPC23XX 器件用户手册[EB/OL]. [2014,12-20]. http://www.zlgmcu.com.
 [9] MORI A, NAYA F, OSATO N, et al. Multiagent-based distributed manipulator control[C]// Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 1996. Washington, DC: IEEE,1996:289-296.
 [10] MILLS J K, LIU Guang-Jun. Robotic manipulator impedance control of generalized contact force and position[C]// Intelligent Robots and Systems' 91. Osaka: IEEE,1991: 1103-1108.

[编辑:洪炜娜]