

塔机群无线实时通信的研究*

周见行, 马东方, 姜 伟, 陈 龙, 沈姗姗

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

摘要:针对现代施工现场环境复杂、随机塔机分布、塔机之间实现物理连接困难且价格昂贵等问题, 将工业无线通信技术应用到塔机群控制系统中。首先在令牌总线网的基础上提出了一种基于令牌传递的无线通信方式; 然后在其基础上加入了自主进入与退出系统和故障检测功能; 最后给出了该无线通信流程和帧格式。研究结果表明, 该无线通信方式在保证系统实时性与快速性的同时, 使系统具有良好的可扩展性。

关键词:无线通信; 实时性; 令牌传递; 塔机群

中图分类号:TP29; TH213.3

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)08-0975-03

Research of wireless real-time communication for group of tower cranes

ZHOU Jian-xing, MA Dong-fang, JIANG Wei, CHEN Long, SHEN Shan-shan

(Key Laboratory of E&M, Ministry of Education & Zhejiang Province,
Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Aiming at the problems of the complex environment of modern construction site, the random distribution of tower cranes and the hard and expensive physical connection between the tower cranes, the technology of industry wireless communication was investigated. On the basis of Token Bus Network, the wireless communication based on token passing was presented. The function of auto login and logout system and fault detection was also added to the wireless communication protocol. Finally, the flow of this wireless communication and the format of frames were given. The results indicate that this wireless communication mode can not only make the system fast and real-time but also have the good expandability.

Key words: wireless communication; real-time; token passing; group of tower cranes

0 引 言

随着现代建筑业的蓬勃发展, 社会对塔式起重机的需求量越来越大, 同一施工现场往往同时布置有多台近距离交叉作业的塔机。为了防止塔机之间相互碰撞, 需要建立一种实时、可靠的通信方式来传递各个塔机的状态信息。传统的有线通信方式布线施工周期长、物理连接困难、缺少灵活性, 不利于实现新的塔机加入已有的通信系统。

目前, 在工业企业网络中得到应用的无线通信技术主要有基于 IEEE802.11 的 WLAN、BlueTooth、ZigBee 技术以及 RFID 技术^[1]。一般而言, 工业监控系统

对网络的数据吞吐量的要求比较低, 但对在恶劣环境下数据通信的实时性、可靠性要求很高。工业现场的无线网络是一种使用广播信道的网络。在任何一个广播式的网络中, 关键的问题是: 当存在多方要竞争使用信道的时候, 如何确定谁可以使用信道。传统的以太网采用 CSMA/DA 协议来竞争通信信道的使用, 虽然极大地提高了信道的吞吐量, 但是由于其对通信信道的竞争机制, 不能保证响应时间的确定性, 即实时性问题^[2]。由 IEEE802.4 制定的令牌总线技术和 IEEE802.5 制定的令牌环网技术通过在信道中传递一种称为“令牌”的帧来控制信道的使用, 确保在同一时刻只有一个节点能够独占信道。在网络中同一时刻只存在一个令牌, 节点计算机只有取得令牌后才能发送

收稿日期: 2011-03-22

基金项目: 浙江省科学技术厅资助项目(2008C21112)

作者简介: 周见行(1963-), 男, 浙江江山人, 高级工程师, 主要从事机电控制方面的研究。E-mail: zhoujx@mail.hz.zj.cn

数据帧,因此不会发生碰撞。由于令牌在网络上是按顺序依次传递的,对所有入网计算机而言,访问权是公平的,能够保证实时性。

基于此,本研究提出一种基于令牌传递的无线通信技术,在保证系统实时性的同时,使得新的塔机能够灵活加入或退出已有的系统。

1 塔机群的无线通信方式

1.1 通讯方式概述

通过无线通信建立的塔机群无线网络系统在物理上是一个总线网,信道上的信息可以被每一个塔机终端所接收,本研究通过使用令牌传递机制使得系统在逻辑上组成一个令牌环网。每台塔机在通讯系统中都有其惟一的系统编号,并保存其最后一台令牌发送机的系统编号,形成一个通讯链。在通讯过程中,任何时候只能有一台塔机处于发送状态,其他塔机均为接收状态。在系统通信网络组建成功并且进入正常工作状态时,每一台塔机所发送的信息一般包括:自身的塔机运行状态信息、自身的塔机系统编号和令牌信息(下一台发送塔机的系统编号)。只有接收到令牌的塔机才可以发送信息,其通讯结构如图 1 所示,图中箭头方向为令牌的传递方向。

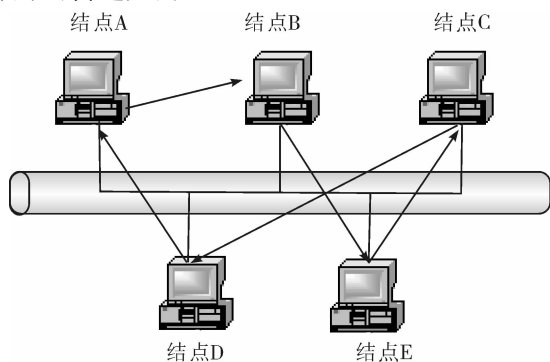


图 1 塔机群无线通信网络结构

发送机发出的信息同时由系统中其他所有塔机接收,接收机根据收到的内容按如下几种方式处理:

- (1) 校验接收信息的有效性,如果接收信息有错误,为了保证系统的实时性,直接放弃该数据包,不作任何处理。
- (2) 由发送机发送的自身塔机系统编号和接收机的知识库中的相关信息比较、判断两塔机是否相关,如果相关,则将发送机的塔机状态信息传递给塔机防碰撞处理模块作进一步处理,不相关,则摒弃其动态信息;
- (3) 判断发送机发来的令牌信息中的塔机系统编号是否为本塔机,是则代表本塔机获得令牌,转变为发送信息的塔机,此时,原发送机将成为接收机。

1.2 塔机的自主入网与退网

由于塔机群工作具有随机性,通讯过程中,塔机个

体可能随时入网或退出通讯循环,多塔机在交互过程中将能识别当前网络中的塔机情况,并且自动调整通讯中令牌的发送。

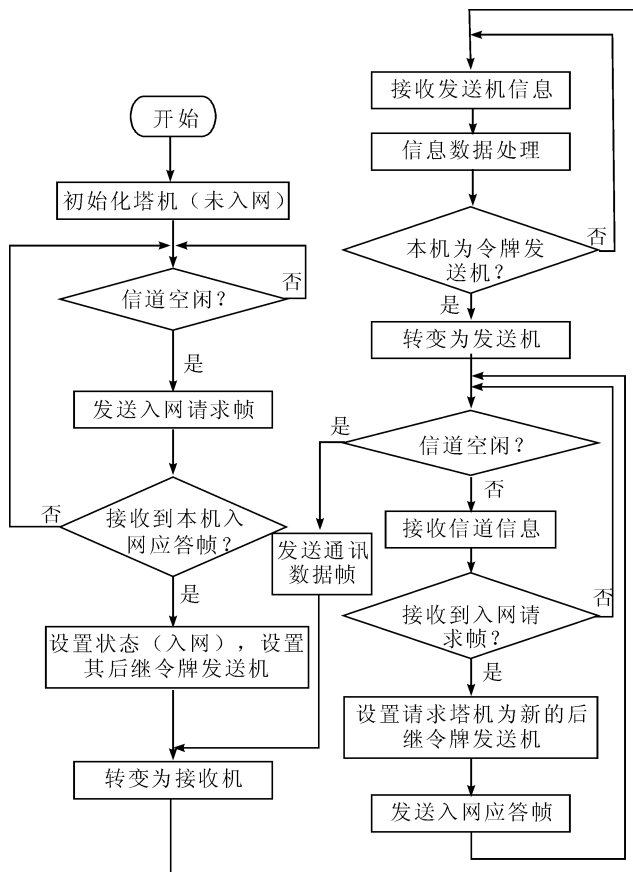


图2 塔机通讯流程

每台塔机设置一个表示入网/未入网状态标志,未入网的塔机监听通讯信道,在信道空闲时,自动发送入网请求帧。该入网请求帧通过无线信道进入通讯网,通讯网中的接收机接收到入网请求帧后直接摒弃,不作任何处理。通讯网中的当前令牌发送机接收到该请求帧后,将发送入网应答帧给请求入网的塔机,并设置其下一台令牌发送机为该新入网的塔机,然后发送普通的数据帧。请求入网的塔机接收到入网应答帧后,设置其状态为入网状态,并转变为普通的接收机。塔机自主入网与通讯流程如图2所示。

已入网的塔机如果需要退出通讯网,则必须在其成为令牌发送机时发送退网请求帧。通讯网中的接收机接收到退网请求帧后,比较、判断退网塔机是否为其后继发送机:是则重新设置其后继发送机,并发送退网应答帧。请求退网的塔机在接收到退网应答帧后,设置其状态为未入网状态,并发送一个只包含令牌的数据帧继续通讯循环。

1.3 通讯中的故障处理

由于存在干扰,无线通讯相对有限通讯而言,产生通讯故障的概率更高。通讯过程中,程序应该有能力

处理通讯网络中的各种可能故障。该系统中,通讯故障主要为通讯网中的令牌丢失、网络通讯中断。产生的原因有以下两点:

(1) 发送机发送的通讯数据帧受到干扰破坏,导致其后继令牌发送机无法获得令牌;

(2) 通讯网中某一台塔机产生故障,令牌在传递至该塔机后无法继续传递,其后继令牌发送机永远无法接收到令牌。

针对上述问题,本研究采用定时和网络自动重组的方式。通讯系统中的各种帧格式如表 1 所示。

(1) 发送机:当前令牌发送机在发送完通讯数据帧后开始定时,定时时间内如果一直未收到别的塔机信息,则表示此系统中令牌丢失。此时发送故障检测帧检测其后继发送机是否正常,若收到故障应答帧,表示令牌丢失是由于通讯数据帧受到干扰破坏,则重发通讯数据帧即可;若未收到故障应答帧,表示其后继令牌发送机故障,需要进行网络重组,则本发送机设置为唯一入网塔机,接收入网请求帧,等待其他塔机加入通讯网。如果在定时时间内收到别的塔机信息,则转变为真正的接收机。

(2) 接收机:接收机在收到一帧完整信息后开始定时(定时时间大于发送机定时时间),定时时间内如果一直未收到别的塔机的信息,则自动设置为未入网状态,发送入网请求帧请求重新加入通讯网。

表 1 塔机无线通讯帧格式

入网请求帧	请求入网塔机的系统编号		
入网应答帧	请求入网塔机的系统编号	入网塔机的后继令牌发送机的系统编号	
退网请求帧	请求退网塔机的系统编号	退网塔机的后继令牌发送机的系统编号	
退网应答帧	空		
通讯数据帧	后继令牌发送机的系统编号	自身的系统编号	自身塔机的状态信息
故障检测帧	被检测塔机的系统编号		
检测应答帧	空		

2 塔机群的一般工作方式

本研究建立了上述实时无线通讯模式后,当塔机群系统组网完毕进入正常工作模式后,每台塔机通过传感器检测获得自身动态信息(如塔机回转角度、速度;变幅小车位置;吊钩高度等),并结合塔机用户输入的自身静态信息(如塔机高度、位置)组成通讯数据帧。在其转变为发送机后,本研究将本塔机通讯的通讯数据帧发送到无线信道上。同时,监听该信道的所有接收机都将接收到发送机的当前状态信息,每台接收塔机将根据自身状态信息和发送机状态信息进行计算与判断。当发现发送机与接收机具有碰撞的可能性

的时候,接收机根据事先设置的某种防碰撞策略,对自身塔机运行行为作出有效的调整,否则将保持原有运行状态并继续接收下一台发送机的状态信息。

由于该令牌传递通信模式具有良好的实时性,每一轮通讯循环都将在一个较短的时间内完成,可以看成在同一时刻,工地上的每台塔机都能了解其他各台塔机的位置状态信息,保证了每台塔机安全防碰撞决策的可靠性与稳定性。

3 结束语

本研究针对塔机施工现场物理布线困难等问题,利用令牌传递思路,建立了塔机群的无线实时通讯系统模型,将自主入网、自主退网、故障检测与令牌总线网相结合,使系统中各台塔机能够快速、准确地获得其他塔机的状态信息,及时做出防碰撞决策。

该研究结果表明,令牌传递模型在塔机群无线通讯系统中具有良好的实时性与可靠性,这对保障塔机群安全作业及提高塔机群的工作效率具有实际应用价值。

参考文献 (References):

- [1] 许剑新. 工业无线网络实时通信的研究与开发[D]. 杭州:浙江大学信息学院,2008.
- [2] 特南鲍姆. 计算机网络[M]. 北京:清华大学出版社,2004.
- [3] 令召兰. 基于 MAS 的多塔机防碰撞控制系统研究[D]. 西安:西安理工大学机械与精密仪器工程学院,1007.
- [4] 郑夕健,李林,费焯. 基于无线局域网的塔机通信系统试验研究[J]. 机械工程与自动化,2009(5):4-6.
- [5] 曾鹏,于海斌. 工业无线网络 WIA 标准体系与关键技术[J]. 自动化博览,2009,26(1):24-27.
- [6] 姜忠杰. 实时通信协议及应用研究[D]. 大连:大连理工大学计算机学院,2008.
- [7] 陆旭,周见行,姜伟. 基于 APDL 的塔式起重机有限元参数化建模与分析[J]. 机电工程,2009,26(7):34-36.
- [8] MOON S, BERNOLD LE. Graphic-based human-machine interface for construction manipulation control[J]. **Journal of construction engineering and management**,1998(7):305-311.
- [9] ALI M S A D, BABU R N, VARGHESE K. Collision free path planning of cooperative crane manipulators using genetic algorithm[J]. **ASCE**,2005,19(2):182-193.
- [10] YI Jian-qiang. Anti-swing fuzzy control of overhead traveling crane[J]. **IEEE International Conference on Plasma Science**,2002(2):1298-1303. [编辑:李辉]