

矿井无线传感器网络设计及应用

佟占生¹, 王春明², 李凯²

(1. 开滦能源化工股份有限公司 吕家坨矿业分公司, 河北 唐山 063107;

2. 中滦科技股份有限公司, 河北 唐山 063020)

摘要:针对煤矿井下现有现场总线通信网络带宽小、传输速率低、布线繁琐等问题,提出了一种矿井无线传感器网络设计方案。该矿井无线传感器网络采用 TD-LTE 技术,可通过无线基站直接接入无线终端设备,同时利用客户终端设备兼容煤矿井下现场总线通信网络中现有设备和系统,实现区域性数据采集功能。应用结果表明,该矿井无线传感器网络具有带宽大、传输距离远、数据传输稳定、实时性高等特点,满足矿山物联网建设需求。

关键词:矿山物联网;无线传感器网络;TD-LTE;客户终端设备;无线基站

中图分类号:TD655 文献标志码:A 网络出版时间:2017-07-27 10:40

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20170727.1040.020.html>

Design of mine wireless sensor network and its application

TONG Zhansheng¹, WANG Chunming², LI Kai²

(1. Lyujiatuo Mining Branch, Kailuan Energy Chemical Co., Ltd., Tangshan 063107, China;

2. Zhongluan Technology Co., Ltd., Tangshan 063020, China)

Abstract: In view of problems of small bandwidth, low transmission rate and complicated wiring of current fieldbus communication network in coal mine underground, a design scheme of mine wireless sensor network was proposed. The mine wireless sensor network, which is based on TD-LTE technology, can access wireless terminal equipment through wireless base station and existing equipment and system in fieldbus communication network through customer premise equipment, so as to realize regional data collection. The application results show that the mine wireless sensor network meets requirements of mine Internet of things with large bandwidth, long transmission distance, stable data transmission and high real-time performance.

Key words: mine Internet of things; wireless sensor network; TD-LTE; customer premise equipment; wireless base station

0 引言

在矿山物联网建设过程中,煤矿井下需要使用大量的传感器、数据采集器和智能型设备,通信数据量很大^[1-2]。但目前煤矿井下的数据传输网络以现场总线通信技术为主,具有带宽小、传输速率低、布线繁琐等缺点,导致数据传输量小、实时性低、稳定

性差等问题,已不能满足实际应用的需求^[3-5]。为此,本文提出了一种基于 TD-LTE(Time Division Long Term Evolution,分时长期演进)技术的矿井无线传感器网络设计方案。该矿井无线传感器网络具有带宽大、传输距离远、传输数据稳定、实时性高等特点,可通过客户终端设备(Customer Premise Equipment,CPE)将依靠现场总线通信的相关设备

收稿日期:2017-06-07;修回日期:2017-07-21;责任编辑:盛男。

基金项目:国家 2013 年移动互联及第四代移动通信产业化专项项目(冀发改高技[2014]1483 号)。

作者简介:佟占生(1963—),男,河北保定人,高级工程师,硕士,主要从事矿井机电管理和技术革新方面的工作,E-mail:key0312@163.com。

引用格式:佟占生,王春明,李凯. 矿井无线传感器网络设计及应用[J]. 工矿自动化,2017,43(8):98-100.

TONG Zhansheng, WANG Chunming, LI Kai. Design of mine wireless sensor network and its application[J]. Industry and Mine Automation,2017,43(8):98-100.

和系统接入到矿井无线传感器网络中,实现区域性数据采集和无线网络高速传输功能。

1 矿井无线传感器网络总体设计

矿井无线传感器网络主要通过无线基站和CPE来实现,如图1所示。矿井无线传感器网络可通过无线基站直接接入基于TD-LTE技术的无线终端设备,如无线高清摄像机、无线传感器和智能移动终端设备;该网络同时具有很好的兼容性,可利用CPE将煤矿井下基于现场总线通信技术的传感器和控制系统接入到矿井无线传感器网络中。在矿井无线传感器网络中,无线基站接收来自无线终端设备和CPE的数据,并通过光纤传输至交换机,经过井下工业环网将数据上传至调度中心。

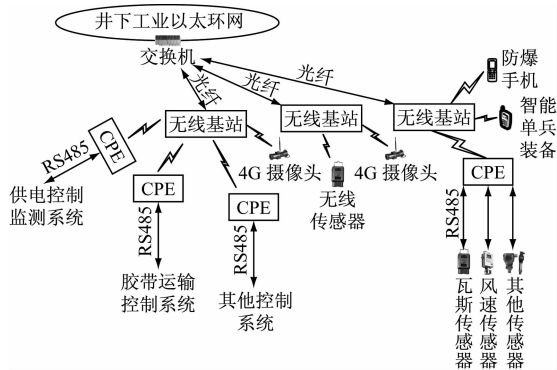


图1 矿井无线传感器网络结构

Fig. 1 Structure of mine wireless sensor network

2 矿井无线传感器网络关键技术

2.1 TD-LTE技术

煤矿井下空间狭小、巷道弯曲、地质条件复杂,基于2.4 GHz频段的无线信号衰减十分严重,覆盖范围较小。TD-LTE技术是一种应用较为成熟的4G通信技术^[6-8],其采用扁平化网络架构,在很大程度上降低了数据传输时延,用户数据时延小于5 ms,信号衰减较弱,覆盖范围大。同时由于TD-LTE技术支持可变带宽,在20 MHz载波带宽的条件下,其上行速率可达50 Mbit/s,下行速率可达100 Mbit/s。此外,TD-LTE技术采用时分双工技术,上行传输和下行传输在同一个频率上进行,降低了对频率资源的需求,非常适合煤矿的专网专用^[9-12]。

TD-LTE无线网络主要由4个部分组成:

① 演进分组核心网(Evolved Packet Core, EPC),是整个网络的核心部分,主要完成核心交换控制功能;② 基站eNodeB,是终端设备接入网络的空中接口;③ 天馈系统,是实现移动通信的必备部分,用来发射和接收电波;④ 用户终端设备(User

Equipment, UE), EPC、基站eNodeB、天馈系统都是为UE服务的^[13-15]。

2.2 CPE

CPE采用模块化设计,其硬件电路组成如图2所示。核心处理器采用MIPS内核的高性能网络处理器MT7620,其主频为600 MHz,配有128 MB DDR2内存和16 MB SPI NOR Flash,根据实际需求,可外接MiniSD卡和U盘存储数据;RS485接口用于接入采用RS485总线通信的相关设备;天线接口用于外接天线,增加无线网络覆盖范围;TD-LTE模块采用配有SIM卡的集成电路实现,能够与无线基站进行通信;外接DC12 V电源经稳压芯片转换为DC3.3 V,为核心处理器和TD-LTE模块单独供电,以确保工作稳定;硬件看门狗电路可解决运行异常造成的死机问题,提升运行可靠性。

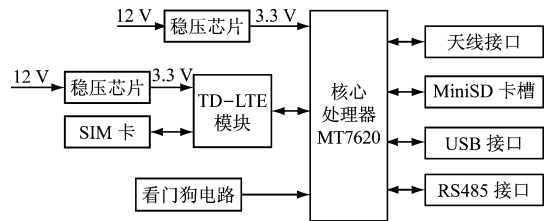


图2 CPE硬件电路组成

Fig. 2 Constitution of CPE hardware circuit

CPE主要特点:具有RS485通信、无线通信功能;内部运行嵌入式操作系统,方便系统扩展升级;基于Modbus的私有定制协议,传输可靠;具有网络管理、维护功能,包括网络建立、网络诊断、自动复位、自动复位节点设备等。

2.3 无线基站

无线基站是无线传感器网络的通信组网设备。无线基站集成了高速以太网、TD-LTE无线通信、电源等功能模块,其主要性能:支持工业以太网,提供多路以太网光电组合接口;支持TD-LTE无线网络覆盖,覆盖半径不小于500 m,可网间自动切换;可与基于TD-LTE技术的智能移动终端设备直接互联互通。

3 矿井无线传感器网络应用

目前,开滦(集团)有限责任公司唐山矿业分公司正在建设成为矿山物联网示范矿井,已建设的矿井无线传感器网络系统包括12台无线基站、24台CPE、16台无线摄像机、20台单兵装备、32部手机、6个智能终端、132台无线传感器。该矿应用矿井无线传感器网络的效果体现在以下方面:

(1) 数据传输量大。单台无线基站最大接入4台无线摄像机、2台单兵装备、12部手机、12台无线传感器及3台CPE,实测基站无线数据接入实时

最大传输速率为 62 Mbit/s。

(2) 网间快速切换。井下人员用手机实时通话过程中,当跨越 2 台无线基站覆盖信号边界时,信号自动快速切换,理论切换时间为 50 ms,实测切换时间为 52 ms,数据传输未出现滞后现象,通话时未出现短暂的忙音或卡顿现象。

(3) 兼容性好。利用 CPE 将井下原现场总线通信网络中的 24 套控制系统接入矿井无线传感器网络,解决了工业以太环网未覆盖区域的大量数据传输问题。

(4) 数据处理实时性高。智能终端和手机上安装了 APP 应用程序,可以实时接入、显示矿井无线传感器网络内各种传感器的监测数据,为井下工作人员实时掌握矿井各项环境参数提供了有利保障。

4 结语

矿井无线传感器网络充分利用 TD-LTE 技术带宽大、传输速率高等特点,能够满足矿山物联网数据传输量大、实时性高的需求;同时利用 CPE 将井下现有的基于现场总线通信的设备和系统接入矿井无线传感器网络中,为煤矿企业在建设矿山物联网过程中降低了成本。

参考文献(References):

[1] 张申,赵小虎.论感知矿山物联网与矿山综合自动化[J].煤炭科学技术,2012,40(1):83-86.
ZHANG Shen,ZHAO Xiaohu. Comments on sensory mine Internet of things and mine comprehensive automation[J]. Coal Science and Technology, 2012, 40(1):83-86.

[2] 张锋国,王宏岳.感知矿山——物联网在煤炭行业的应用[J].物联网技术,2011(5):43-46.
ZHANG Fengguo,WANG Hongyue. Sensing coal mines: application of IOT technology in coal mining [J]. Internet of Things Technologies,2011(5):43-46.

[3] 孙甲,杨明忠,李存荣.煤矿井下数据传输系统的分析与构建[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2011,33(3):396-399.
SUN Jia,YANG Mingzhong,LI Cunrong. Analysis and construction of data transmission system for the underground mine[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering),2011,33(3):396-399.

[4] 孙继平.煤矿井下有线宽带信息传输研究[J].工矿自动化,2013,39(1):1-5.
SUN Jiping. Research of wired broadband information transmission of coal mine underground[J]. Industry

and Mine Automation,2013,39(1):1-5.

[5] 胡穗延.煤矿自动化和通信技术现状与发展趋势[J].煤炭科学技术,2007,35(8):221-222.
HU Suiyan. Present status and development tendency of mine automation and communication technology [J]. Coal Science and Technology, 2007, 35(8): 221-222.

[6] 张晓莉,郭庆.基于 TD-LTE 技术的矿井宽带移动通信系统[J].煤矿安全,2015,46(2):112-114.
ZHANG Xiaoli,GUO Qing. Mine broadband mobile communication system based on TD-LTE technology [J]. Safety in Coal Mines,2015,46(2):112-114.

[7] 白立化.基于 TD-LTE 技术的矿山移动互联网系统的应用与解析[J].无线互联科技,2016(5):36-37.
BAI Lihua. Mine mobile interconnection system application and parsing based on the TD-LTE [J]. Wireless Internet Technology,2016(5):36-37.

[8] 孙继平.煤矿物联网特点与关键技术研究[J].煤炭学报,2011,36(1):167-170.
SUN Jiping. Research on characteristics and key technology in coal mine internet of things[J]. Journal of China Coal Society,2011,36(1):167-170.

[9] 孙继平.煤矿安全生产监控与通信技术[J].煤炭学报,2010,35(11):1925-1928.
SUN Jiping. Technologies of monitoring and communication in the coal mine[J]. Journal of China Coal Society,2010,35(11):1925-1928.

[10] 孙继平.矿井通信技术与系统[J].煤炭科学技术,2010,38(12):1-5.
SUN Jiping. Mine communication technology and system [J]. Coal Science and Technology, 2010, 38(12):1-5.

[11] 陈君兰.基于 ZigBee 无线传感网络的矿井机车定位系统的研究[J].煤炭技术,2010,29(3):176-179.
CHEN Junlan. Mine-cars locating system of underground coal mine based on ZigBee wireless sensor network [J]. Coal Technology, 2010, 29(3): 176-179.

[12] 李鸣.煤矿绿色无线通信关键技术探讨[J].工矿自动化,2014,40(11):42-46.
LI Ming. Study on key technologies of green coal mine wireless communication [J]. Industry and Mine Automation,2014,40(11):42-46.

[13] 孙永.煤矿物联网无线信道优选理论算法的研究[D].徐州:中国矿业大学,2016.

[14] 刘彬.煤矿瓦斯监测网格型无线传感器网络的实现[D].北京:北京交通大学,2007.

[15] 周嗣勇.煤矿安全监控无线传感器网络协议与定位技术研究[D].北京:北京交通大学,2006.