

文章编号:1671-251X(2014)01-0009-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.003  
张凯婷,朱婧,王芳,等.感知矿山物联网智慧照明系统设计[J].工矿自动化,2014,40(1):9-12.

# 感知矿山物联网智慧照明系统设计

张凯婷, 朱婧, 王芳, 徐钊

(中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

**摘要:**针对现有矿井照明系统存在低智能化、高能耗的问题,提出一种基于感知矿山物联网的矿井智慧照明系统的设计方案,给出了系统架构,介绍了系统无线感知子网的节点和系统控制实现流程。该系统根据移动目标位置和标签号自主判别并设置照明状态,达到节能效果;同时可将网络各节点状态信息上传至地面监控中心,便于节点的控制和维护;遇险时还可作为应急避险指示系统,具有避险功能。

**关键词:**煤矿井下;智慧照明系统;物联网;无线感知子网;节能;避险指示

**中图分类号:**TD67 **文献标志码:**A **网络出版时间:**2013-12-31 08:53

**网络出版地址:**<http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.003.html>

Design of intelligent lighting system based on Internet of Things for perception mine

ZHANG Kaiting, ZHU Jing, WANG Fang, XU Zhao

(School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology,  
Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** In view of problems of low intelligentization and high energy consumption of existing mine lighting system, a design scheme of mine intelligent lighting system based on Internet of Things for perception mine was proposed, system architecture was given, and node of wireless sensing subnet and implementation process of system control were introduced. The system can distinguish the target and set up lighting state independently according to the moving target location and tag number, so as to achieve energy saving effect. At the same time, the state information of all nodes in the network was uploaded to the ground monitoring center, so as to easy to control and maintain. When people is in distress, the system also can be used as emergency indicator system, and has function of avoiding risk.

**Key words:** coal mine underground; intelligent lighting system; Internet of Things; wireless sensing subnet; energy saving; indicator of avoiding risk

## 0 引言

我国煤矿大多数为地下开采,现有的煤矿巷道里一般每隔20 m左右安装一个矿井照明灯。其控制沿用传统的人工控制方式,需要人为开关,且通常为“长明灯”状态,管理方式落后,在没有人员工作的巷道里,无形中造成电能的浪费,存在低智能化、高能耗的问题。随着感知矿山物联网时代的到来,这

种低智能化的矿井照明系统已不能适应“智慧矿山”的需要。

智能照明系统的控制方法可分为三大类:有线控制、电力线载波控制和无线射频控制,其中无线射频控制是目前主流的控制方法<sup>[1]</sup>。这也是煤矿物联网的主流技术,即所有物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理<sup>[2]</sup>。

收稿日期:2013-06-03;修回日期:2013-09-24。

基金项目:国家自然科学基金项目(51204186)。

作者简介:张凯婷(1988—),女,山西晋中人,硕士研究生,主要研究方向为感知矿山物联网相关技术、无线感知网络,E-mail:zhangkaiting.1@163.com。

本文结合矿山物联网相关技术<sup>[3]</sup>提出建立一套具有感知、传输和控制功能的矿井智慧照明系统。该系统由内嵌于矿井照明灯中的无线感知模块构成感知层网络,采集井下移动目标分布信息,以自主控制照明灯的开启和关闭,从而避免“长明灯”现象;同时通过传输网络将各节点状态信息上传至地面监控中心,便于节点的控制和维护;遇险时还可用于避险,指示逃生方向。

## 1 系统架构

在业界,煤矿物联网大致被公认为有 3 个层次:底层是用来感知数据的感知层,第 2 层是数据传输的网络传输层,最上层是信息应用层<sup>[2]</sup>。感知矿山物联网智慧照明系统架构基于物联网的 3 层结构,如图 1 所示,包括地面监控中心、矿井传输网络和无线感知网络 3 个部分。其中,无线感知网络既有属于网络传输层的设施也有属于感知层的设施。

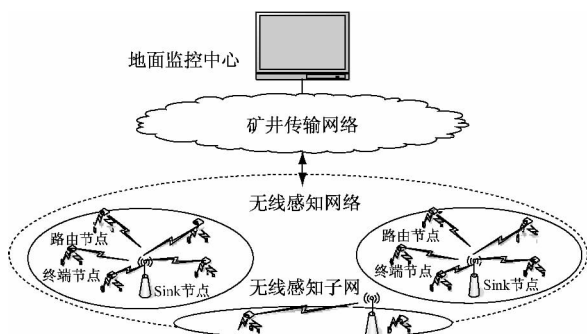


图 1 感知矿山物联网智慧照明系统架构

(1) 无线感知网络。无线感知网络由 Sink 节点和无线感知子网组成, Sink 节点属于网络传输层设施,而无线感知子网属于感知层设施。每个 Sink 节点对应若干路由节点和终端节点,路由节点和终端节点构成了自主控制的无线感知子网<sup>[4-5]</sup>。

无线感知子网的主要功能:一方面负责采集终端节点分布信息并进行判别,以完成照明自主控制;另一方面各子网通过路由节点转发自身位置和状态信息及终端节点信息,进而汇聚到 Sink 节点,实现与无线传感网络的信息交互。

无线感知网络在无线感知子网功能的基础上,将子网中路由节点上传的信息加上 Sink 节点的位置及状态信息转发给矿井传输网络。

(2) 矿井传输网络。矿井传输网络属于网络传输层设施,是无线感知网络和地面监控中心通信的桥梁,负责把无线感知网络收集的信息传送给地面监控中心,并把地面监控中心的指令信息传送给无线感知网络中的 Sink 节点。

(3) 地面监控中心。地面监控中心属于应用层设施,对无线感知网络上传的信息进行相应的逻辑分析、推理、判断,并将结果按特定的形式进行存储、显示以及反馈控制,必要时发出应急避险指示,实现井上与井下的信息交互<sup>[6]</sup>。

## 2 无线感知子网节点设计

依据该智慧照明系统的架构,考虑到当前煤矿井下安全避险“六大系统”的建设政策和标准,避免基础设施建设的浪费,系统中的地面监控中心、矿井传输网络和无线感知网络的 Sink 节点均可沿用原有设施,本文主要设计了无线感知子网。

无线感知子网包括矿井照明灯、无线感知模块和标签 3 个部分,如图 2 所示。照明灯自带开关控制器,可独立地完成照明状态的控制功能;无线感知模块内嵌于矿井照明灯中,作为子网的路由节点;标签具有唯一标志号,由井下移动目标携带,作为子网的终端节点。

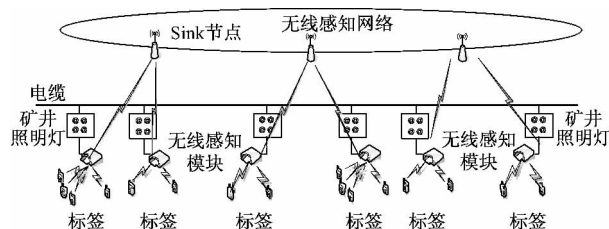


图 2 无线感知子网组成

设计中,终端节点采用通用有源 RFID 电子标签,可按需求直接购买产品或者使用矿井原有标签。路由节点由矿井照明灯、指示灯、照明控制器和无线感知模块组成,如图 3 所示。

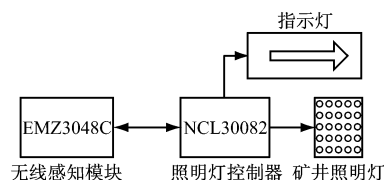


图 3 路由节点结构

- (1) 照明灯采用矿用隔爆型 LED 巷道灯。
- (2) 指示灯采用消防疏散 LED 指示灯。
- (3) 照明控制器采用 NCL30082 LED 驱动器。
- (4) 无线感知模块为无源 RFID 读识器,采用内核为 STM32W108 的 EMZ3048C 芯片。
- (5) 整个节点通过所连接矿井照明灯的供电系统进行供电。

## 3 系统控制过程实现

智慧照明系统控制流程如图 4 所示,系统控制

过程主要包括地面监控中心控制和无线感知子网控制 2 个部分。地面监控中心的控制自上而下贯穿整个系统,一方面向井上工作人员展示井下各节点的实时工作状态,一方面向井下工作人员传达井上发出的工作指示。无线感知子网控制是一个自主的智慧控制子系统,无线感知子网路由节点根据终端节点的标签号自主控制照明灯的工作状态。

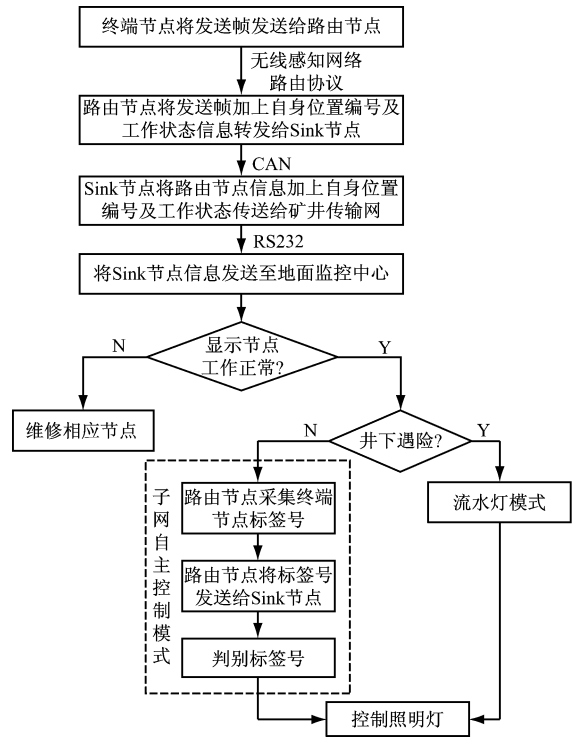


图 4 智慧照明系统控制流程

3.1 地面监控中心控制

地面监控中心控制实现井上与井下的及时、高效交互,包括显示控制和避险指示控制 2 个部分。

(1) 显示控制。显示控制部分将系统中各节点的地理位置及工作状态信息以网页形式输出,并直观地显示,当井上工作人员发现有节点不能正常工作时,便可及时对相应节点进行维护。

(2) 避险指示控制。避险指示控制是矿井下遇到灾难时的一种应急控制。由地面监控中心发出信号,经矿井传输网络传输给无线感知网络,并由无线感知网络的 Sink 节点以广播的形式传送给子网的各路由节点,再由路由节点中的无线感知模块指示照明灯控制器,以流水灯模式开启消防疏散指示灯,为矿工指示正确的逃生方向。

3.2 无线感知子网控制

无线感知子网控制过程:装有无线感知模块的路由节点采集进入其覆盖区域的终端节点标签号,

并将这些信息直接或通过多跳路由转发给 Sink 节点;然后,由路由节点的无线感知模块对这些标签号进行分析判别,将相应的工作状态传送给照明灯控制器;最后,由照明灯控制器设置照明灯的相应工作状态。

(1) 终端节点控制。终端节点每隔 2 s 向感知模块发送一次标签号,采用多发筛漏防撞算法,无线感知模块收到标签号后返回确认帧。帧格式如图 5 所示。其中 2 个字节的标签号格式如图 6 所示,动作位没有使用,为 0;后 15 位为卡号。

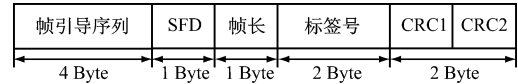


图 5 终端节点发送帧格式

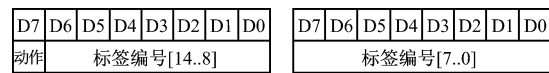


图 6 标签号格式

(2) 路由节点控制。① 标签号采集和转发,路由节点的无线感知模块 EMZ3048C 内核 STM32W108 集成了符合 IEEE802. 15. 4 标准的 2.4 GHz 收发器,路由节点通过 EMZ3048C 的内置天线采集终端节点发送的信息,并加上自身位置及状态信息,按照无线感知网络的路由协议汇聚到 Sink 节点<sup>[7]</sup>。② 标签号判别,子网中的终端节点由井下移动目标携带,并具有唯一标志号,因此,通过标志号可以判断出在照明区域下工作的移动目标是矿工还是移动设备(如机车)。标签号判别流程如图 7 所示,无线感知模块采集终端节点的标签号,若无,照明灯为关闭状态;若有,进行标签号分析判别,如果是矿工的标签号,则照明灯为开启状态,如果是移动设备的标签号,则照明灯为关闭状态。

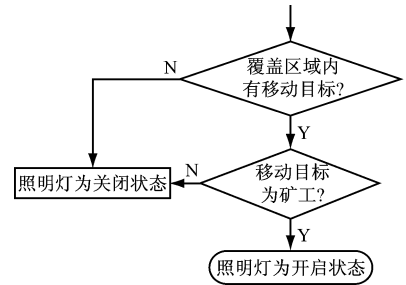


图 7 标签号判别流程

4 结语

介绍了感知矿山物联网智慧照明系统的架构,设计了无线感知子网路由节点,讨论了系统控制实现的具体流程。

文章编号:1671-251X(2014)01-0012-04 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.004

王刚,付立华,庞建丽.一种双网络架构的煤矿监控系统[J].工矿自动化,2014,40(1):12-15.

## 一种双网络架构的煤矿监控系统

王刚<sup>1</sup>, 付立华<sup>1</sup>, 庞建丽<sup>2</sup>

(1. 河南工程学院 电气信息工程系, 河南 新郑 451191; 2. 黄淮学院 信息工程系, 河南 驻马店 463000)

**摘要:**针对煤矿井下环境复杂和矿井检测节点、检测参数种类众多的情况,提出了一种双网络架构的煤矿监控系统。该系统根据监控对象的不同,采用不同的网络进行数据传输,视频流数据采用以太网传输,矿井环境监控数据采用 CAN 网传输;双网络共用同一条物理线路,具有所有监测对象整体组网、统一检测、网络利用率高等优点。

**关键词:**煤矿监控;双网络架构;CAN 总线;以太网;数据传输;数据压缩;智能节点

中图分类号:TD672 文献标志码:A 网络出版时间:2013-12-31 08:56

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13272/j.issn.1671-251x.2014.01.004.html>

A coal mine monitoring and control system based on dual network architecture

WANG Gang<sup>1</sup>, FU Lihua<sup>1</sup>, PANG Jianli<sup>2</sup>

(1. Department of Electrical and Information Engineering, Henan Institute of Engineering, Xinzheng 451191, China;

2. College of Information Engineering, Huanghuai University, Zhumadian 463000, China)

**Abstract:** In view of situation of complexity of coal mine environment and a wide variety of testing nodes and parameters, a coal mine monitoring and control system based on dual network architecture was proposed. According to different monitored objects, the system uses different networks for data transmission, video streaming data uses Ethernet to transmit, mine environment monitoring data adopts CAN network to transmit. Moreover, the dual networks share the same physical line. The system has some advantages, such as the uniform testing and overall networking of all monitored objects, high

收稿日期:2013-06-25;修回日期:2013-10-23。

基金项目:河南省科技攻关重点项目(132102210441)。

作者简介:王刚(1980—),男,河南太康人,讲师,博士研究生,主要从事智能信号处理、智能仪表的研究工作,E-mail:wg479@sohu.com。

感知矿山物联网智慧照明系统是物联网技术的一个典型应用,不但可以工作于全自动状态,根据终端节点标志号自动切换照明状态,达到节能效果;还可以由地面监控中心进行全局控制,作为应急照明系统,指示逃生方向,具有避险功能。

参考文献:

- [1] 刘国贵. 基于 RF 无线通信网络的建筑照明节电控制系统终端设计[D]. 济南:山东建筑大学,2009.
- [2] 孙彦景,钱建生,窦林各. 煤矿物联网系统理论与关键技术[J]. 煤炭科学技术,2011,39(2):69-72.
- [3] 张申,丁恩杰,徐钊,等. 物联网与感知矿山专题讲座之

三——感知矿山物联网的特征与关键技术[J]. 工矿自动化,2010,36(12):117-121.

- [4] 詹杰,吴伶锡,唐志军. 基于 ZigBee 的智能照明控制系统设计与实现[J]. 电力电子技术,2007,41(10):25-27.
- [5] 周晓伟,蔡建平,郑增威. 基于 ZigBee 传感网的楼宇智能照明控制系统的设计与实现[J]. 计算机工程与科学,2009,31(8):150-152.
- [6] 黄成玉,李学哲,张全柱. 基于物联网技术的煤矿综合自动化系统[J]. 煤矿安全,2012,43(9):108-110.
- [7] 王鹏. WSN 中不同路由协议对网络生存性能影响的分析与研究[D]. 北京:北京邮电大学,2008.