

文章编号:1671-251X(2013)08-0111-04 DOI:

张安然. 基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统研究[J]. 工矿自动化, 2013, 39(8): 111-114.

基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统研究

张安然

(中煤科工集团重庆研究院, 重庆 400037)

摘要:针对传统的煤矿安全监控系统存在对监控主站的依赖性过高、无线覆盖范围窄、传感器部署不便等问题,设计了一种基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统;给出了系统总体架构,详细介绍了系统的软件设计。温度数据采集测试结果表明,该系统工作稳定,采集与传输的温度值与实际温度相符。

关键词:煤矿安全监控; 6LoWPAN; 无线传感器网络; 监控主站; 传感器

中图分类号:TD76 文献标志码:B 网络出版时间:

网络出版地址:

Research of mine safety monitoring and control system based on 6LoWPAN

ZHANG An-ran

(Chongqing Research Institute of CCTEG, Chongqing 400037, China)

Abstract: In view of problems of high dependence on monitoring master station, narrow wireless coverage range, inconvenient deployment for sensors existed in traditional mine safety monitoring and control system, a mine safety monitoring and control system based on 6LoWPAN was designed. General framework of the system was given and software design of the system was introduced in details. The test result of temperature data collection shows that temperature value collected and transmitted by the system is consistent with actual temperature value and the system runs stably.

Key words: mine safety monitoring and control; 6LoWPAN; wireless sensor network; monitoring master station; sensor

0 引言

目前,煤矿安全监控系统已发展到第 5 代产品,主要采用工业以太网+现场 CAN 总线多主传输网作为系统的数据通信平台,在带宽、反应速度、可靠性、传输距离、节点容量、集成能力、兼容性及开放性等方面与原有系统相比有了质的飞跃^[1-4],但还存在以下问题:

(1) 对监控主站的依赖性过高。目前的煤矿安全监控系统的井上监控主站集中处理井下传递的信息,一旦出现问题,整个系统存在崩溃的危险。虽然可以备份一个主站来解决该问题,但不能从实质上解决问题。只有采用分布式信息处理方式,才能解决该问题。

(2) 系统覆盖受限。目前,大多数煤矿安全监控系统采用的是有线通信方式,存在灵活性差、监测区域受限等问题。究其原因,是网络的泛在化程度低,不能实现无处不在的网络,只有实现了煤矿环境网络的全面覆盖化,才能实现井下环境的全面监控。

(3) 系统抗灾性能低。作为保障井下安全生产的监控系统,不仅在井下工作环境正常情况下能监测井下人员的工作信息及相关环境信息,而且在灾难发生的情况下能成为有效的救灾系统。但是,就目前的煤矿安全监控系统来说,当灾难发生时,系统功能不只是部分的缺失,而是整个系统都停止运行。

(4) 传感器部署不便。目前的煤矿安全监控系统中的监控分站与传感器采用的是有线连接方式,由于传感器距离监控分站的距离小于 2 km,随

收稿日期:2013-06-06。

作者简介:张安然(1980—),男,山东鄄城人,工程师,硕士,主要从事矿用产品检测检验工作,E-mail:jczxyb@126.com。

着掘进工作量的提升,传感器需要回收和重新部署,使系统的维护工作量增大。针对上述问题,笔者设计了一种基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统,测试结果验证了该系统的可行性。

1 基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统结构

基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统是有线和无线方式共存的系统,主要由主站、传感器节点、控制器节点、执行器节点构成,其总体架构如图 1 所示。

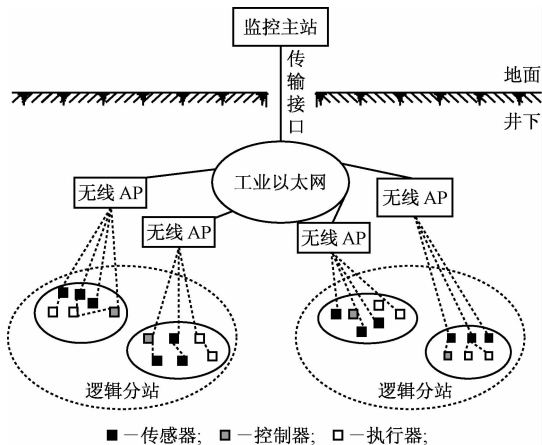


图 1 基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统总体架构

从图 1 可看出,与传统的煤矿安全监控系统相比^[5-6],基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统具有以下变化:

(1) 网络覆盖范围大。传统的煤矿安全监控系统存在监控盲区,环境恶劣的地区无网络,系统扩展困难。基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统可以实现全局监控,避免安全隐患。

(2) 传感器接入方式的变化。6LoWPAN 网络的节点具有“即插即用”的功能,所以传感器节点也具有“即插即用”的功能,使传感器的自动配置成为可能。

(3) 执行器接入方式的变化。执行器是将控制信号转换为控制物理量的装置,在井下 6LoWPAN 网络环境下的执行器(断路器、光电报警器)也将作为无线传感器网络的一个节点,实现执行器的无线网络化。

(4) 控制器接入方式的变化。控制器的主要功能是分析传感器反馈的信息,发现信息异常,自动关停被控设备的电源,如甲烷风电闭锁装置。在井下 6LoWPAN 网络环境下,控制器将作为无线传感器网络的一个节点,是信息集中处理的核心器件。由于井下无线传感器网络的互通性,多个控制器可以

实现并发控制,提高了安全监控系统的可靠性。

(5) 监控分站的变化。系统中的传感器、执行器、控制器都朝无线网络化方向转变,将会逐步替代分站的功能,未来传统分站结构将不会存在。

(6) 主站的变化。除了完成传统的煤矿安全监控系统中井上监控中心要求的功能(信息存储、处理、系统报警等)外,还需要完成以下几个功能:发现和管理传感器节点、执行器节点、控制器节点;给控制器下载控制算法;灾变条件下的系统重组等。主站的一部分控制功能将由控制器来执行,从而进一步提高安全监控系统的防灾能力。

2 系统软件设计

2.1 主站软件

系统主站主要负责井下传感器网络节点发现、管理,信息存储、显示、浏览,历史数据查询,系统报警及灾变情况下系统重组等工作。其软件流程如图 2 所示。

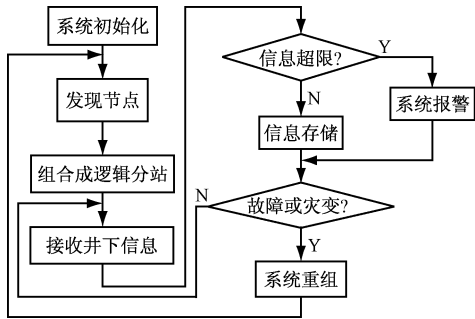


图 2 主站软件流程

2.2 控制器软件

基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统中的控制器将取代主站的一些控制功能,是整个系统信息处理的中心,控制器软件流程如图 3 所示。

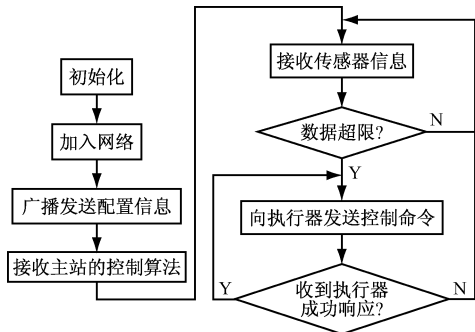


图 3 控制器软件流程

2.3 执行器软件

当传感器节点采集的井下环境信息(温度、瓦斯体积分数等)正常时,执行器节点一般处于系统能够运行的最低能耗休眠状态,当发现信息出现异常情

况时,执行器节点将会被传感器节点传递来的信息唤醒。执行器软件流程如图 4 所示。

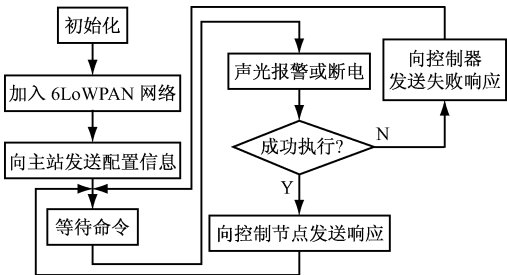


图 4 执行器软件流程

2.4 传感器软件设计

系统中的传感器节点为智能化、网络化的子网节点,可实现即插即用、自我配置功能,传感器节点软件流程如图 5 所示。为了减少传感器节点功耗,传感器节点定时采集环境信息,数据采集结束后,传感器节点进入休眠状态,由定时器自我唤醒进入工作状态。

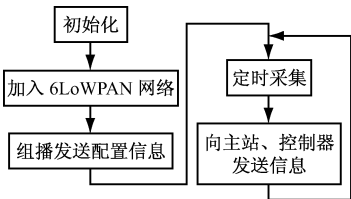


图 5 传感器节点软件流程

3 系统测试

在实验室环境下对基于 6LoWPAN 的煤矿安全监控系统进行简单的温度数据采集测试,以验证系统的可行性。测试中,硬件节点采用的是 IRIS 系列节点,测试的参数为实验室环境和室外环境温度,在空调附近放置 2 个节点(节点 04、05),室外放置 2 个节点(节点 01、02),室内放置 1 个远离空调的节点(节点 03),测试数据传到 PC 主机进行分析。采集的温度数据见表 1。

主机通过 Listen 工具将数据包的内容以十六进制的格式打印出来,每个数据包包含很多数据字段,第 1 行数据包的格式解析见表 2。

数据包类型的值为 00 说明这个消息包是 AM 类型的数据包。紧跟其后的 7 个字节称为主动消息区(Active Message Fields),最后 4 个字节是消息的有效载荷区域。链路层源地址即传感器节点的 IPV6 地址的接口标示值为 00 03,表示该节点的 IPV6 地址为 fec0::3。nodeid 字段在程序中被赋值为本地节点号,所以与链路层源地址字段相同。数据采用大端字节序发送,例如,data字段的值为

表 1 采集的温度数据

行数	温度数据											
1	00	00	64	00	03	04	00	06	00	03	01	1B
2	00	00	64	00	02	04	00	06	00	02	01	68
3	00	00	64	00	01	04	00	06	00	01	01	64
4	00	00	64	00	05	04	00	06	00	05	00	F2
5	00	00	64	00	04	04	00	06	00	04	00	F0
6	00	00	64	00	03	04	00	06	00	03	01	1A
7	00	00	64	00	02	04	00	06	00	02	01	68
8	00	00	64	00	01	04	00	06	00	01	01	63
9	00	00	64	00	05	04	00	06	00	05	00	F1
10	00	00	64	00	04	04	00	06	00	04	00	ED
11	00	00	64	00	03	04	00	06	00	03	01	19
12	00	00	64	00	02	04	00	06	00	02	01	6A
13	00	00	64	00	01	04	00	06	00	01	01	63
14	00	00	64	00	05	04	00	06	00	05	00	F0
15	00	00	64	00	04	04	00	06	00	04	00	F2
16	00	00	64	00	03	04	00	06	00	03	01	1A
17	00	00	64	00	02	04	00	06	00	02	01	69
18	00	00	64	00	01	04	00	06	00	01	01	62
19	00	00	64	00	05	04	00	06	00	05	00	F0
20	00	00	64	00	04	04	00	06	00	04	00	F1

表 2 第 1 行数据包的格式解析

数据包	目标节点	链路层	消息	网络	AM	nodeid	data
类型	地址	源地址	长度	组号	类型		
00	00 64	00 03	04	00	06	00 03	01 1B

01 1B 表示 283。为了提高采集精度,数据值进行扩大 10 倍处理,所以其温度值就为 28.3℃。温度数据分析结果见表 3。

表 3 温度数据分析结果

节点号	温度值/℃					
	1	2	3	4	5	6
01	35.6	35.5	35.5	35.4	35.4	35.6
02	36.0	36.0	36.2	36.1	36.2	36.0
03	28.3	28.2	28.1	28.2	28.1	28.3
04	24.0	23.7	24.2	24.1	24.0	24.0
05	24.2	24.1	24.0	24.0	23.7	24.2

由表 3 可知:由于测试的时间刚好是在夏季,节点 01、02 测试的室外温度与当天气温一致,节点 04、05 靠近空调,所以温度较低,节点 03 离空调比较远,温度明显高于节点 04、05 所处区域的温度,并明显低于节点 01、02 所测的室外温度,说明系统工

作稳定,能够对温度参数进行采集与传输,温度值与实际温度相符。

4 结论

(1) 针对煤矿环境的复杂性和特殊性,应设计适合煤矿环境的专用的路由算法,使井下网络的性能达到最优,提高系统的实时性。

(2) 应寻求使系统软硬件资源更加紧凑的方法,使无线传感器网络的功耗降到最低。

(3) 需要进一步完善、提高系统的通信效率和实时性。

(4) 在井下一些环境恶劣的区域,传感器节点的电池供电寿命短且供电不方便,需要研究无线传感器节点的无线供电方法。

参考文献:

- [1] 林柏泉,常建华,翟成.我国煤矿安全现状及应当采取的对策分析[J].中国安全科学学报,2006,16(5):1-2.
- [2] 鲁远祥,樊荣.煤矿安全监控系统体系架构技术的发展[J].矿业安全与环保,2009,36(增刊1):187-189.
- [3] 钟震宇.小煤矿通风瓦斯集群监控系统的研究[D].武汉:中国地质大学,2006.
- [4] 高春矿.煤矿安全监控系统现状与发展前景[J].煤炭技术,2004,23(11):68-69.
- [5] 华钢,宋志月,王永星,等.物联网环境下煤矿安全监控系统体系架构研究[J].工矿自动化,2013,39(3):6-9.
- [6] 徐冬梅,华钢,刘文松.煤矿人员监控系统分站设计[J].矿山机械,2008,36(20):73-75.