

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102269014 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 07

(21) 申请号 201110218602. 0

(22) 申请日 2011. 08. 01

(71) 申请人 煤炭科学研究总院

地址 100013 北京市朝阳区和平里青年沟东  
路 5 号

(72) 发明人 王鹏 苗可彬 叶锦娇

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201

代理人 黄德海

(51) Int. Cl.

E21F 17/18(2006. 01)

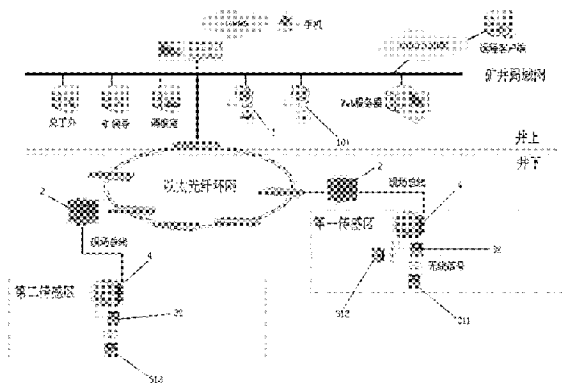
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统

(57) 摘要

本发明提出一种基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,该系统包括:监测主机、通讯主站和无线传感器网络,无线传感器网络通过所述通讯主站与所述监测主机通讯,所述无线传感器网络为 ZigBee 无线自组织网络且包括:用于采集煤矿安全数据和无线传输所述煤矿安全数据的无线传感器和无线网关,无线传感器包括:无线一氧化碳传感器、无线风压传感器和无线温度传感器。由此,根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统不仅能够及时准确地监测煤矿井下火情,并且能够有效地控制无线传感器网络节点的能耗,延长无线传感器网络的使用寿命。



1. 一种基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统的拓扑结构为树状网络结构,并且包括:

监测主机,所述监测主机位于地面且安装系统监测软件和后台数据库,所述监测主机用于接收井下安全数据和发出监测指令;

通讯主站,所述通讯主站通过工业以太网网络与所述监测主机通讯,且用于接收和传输所述井下安全数据和所述监测指令;和

无线传感器网络,所述无线传感器网络位于煤矿传感区域内,通过所述通讯主站与所述监测主机通讯,所述无线传感器网络为 ZigBee 无线自组织网络且包括:

无线传感器,无线传感器用于采集煤矿安全数据和无线传输所述煤矿安全数据,且包括无线一氧化碳传感器、无线风压传感器和无线温度传感器;和

无线网关,所述无线网关与所述无线传感器通过无线通讯并且与所述通讯主站通过现场总线通讯,所述无线网关将所述煤矿安全数据传输到所述通讯主站并向所述无线传感器传输所述监测指令。

其中所述无线传感器网络的路由算法采用 CRAM 算法,所述无线传感器和所述无线网关采用突发唤醒通讯机制,仅在一定时间间隔内数据发生了变化或根据所述监测主机的指令才进行无线网络通讯,所述无线一氧化碳传感器采集煤矿内一氧化碳浓度数据,所述无线风压传感器采集煤矿内压力变化数据,所述无线温度传感器采集煤矿内温度数据。

2. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,还包括监测分站,所述监测分站与所述通讯主站通过现场总线进行通讯并与所述无线传感器网络的一个分支通讯,所述监测分站接收、储存、处理和传输所述井下安全数据,并接受和传输所述监测主机的监测指令,其中所述通讯主站与多个所述监测分站通信。

3. 根据权利要求 2 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述监测分站通过现场总线与无线网关进行通讯。

4. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线传感器具有有网络标识和地理坐标,所述基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统能够以地点和名称为索引进行存储和查询。

5. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线网关包括 ZigBee 无线网络通讯模块。

6. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线一氧化碳传感器设于煤矿巷道内和/或胶带机处,且包括: ZigBee 无线网络通讯模块、一氧化碳测量模块、一氧化碳敏感元件和供电电池,其中所述一氧化碳测量模块将采集的数据封包,通过 I/O 总线连接器与所述 ZigBee 无线网络通讯模块连接,进行数据交换。

7. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线风压传感器设于煤矿密闭区和/或采空区内,且包括: ZigBee 无线网络通讯模块、压力敏感元件和供电电池,其中所述压力敏感元件包括用于测量压差的压差传感器和用于测量相对压力的压力传感器。

8. 根据权利要求 1 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线温度传感器设于煤矿采空区、密闭区、煤柱钻孔和/或胶带机处,且包括:

ZigBee 无线网络通讯模块、数据采集模块、多个温度探头和供电电池,其中所述数据采集模块与所述多个温度探头之间采用有线连接。

9. 根据权利要求 8 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线温度传感器测温上限不超过 150℃。

10. 根据权利要求 8 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述无线温度传感器为 DS18B20 型数字化温度传感器。

11. 根据权利要求 5-8 中任一项所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述 ZigBee 无线网络通讯模块为全功能设备,能够提供信息双向传输,且能够对信息进行存储和计算。

12. 根据权利要求 11 所述的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统,其特征在于,所述 ZigBee 无线网络通讯模块包括 RF 收发器、MCU 控制器、OdBm 全向天线,且所述 ZigBee 无线网络通讯模块内嵌符合 IEEE802. 15. 4 标准协议的通讯软件。

## 基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿井下安全监测和无线通讯领域,特别是涉及一种基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统。

### 背景技术

[0002] 我国煤矿地质条件复杂,火灾是煤矿井下主要自燃灾害之一。我国具有自燃发火危险的煤矿所占比例大、覆盖面广。大中型煤矿中,自燃发火危险程度严重或较严重的煤矿占 72.9%。由于煤层自燃,我国每年损失煤炭资源 2 亿吨左右。自燃发火也是酿成煤矿瓦斯爆炸重大恶性事故的原因之一,造成惨痛事故。

[0003] 随着我国煤矿机械化程度的提高,胶带输送机火灾所占比重有上升趋势,胶带机火灾的发生和发展比较突然和迅猛,并伴有大量烟雾和有害气体造成人员窒息,并可能引爆瓦斯、煤尘造成更大的灾害。

[0004] 通过连续监测煤矿内、外因火灾潜伏期的征兆并实现火灾预报,可以降低火灾防治费用,避免灾害事故发生,是最有利的煤矿井下火灾防治措施。

[0005] 目前,我国煤矿自燃火灾监测和预报主要使用束管监测系统,通过束管取样分析井下巷道、采空区中的生成气体浓度预报煤自燃发火。束管技术的优点是井下无电气设备,但只限于分析火灾气体,对自燃发火温度,发火区域漏风状态等则无法监测。同时,束管设备也存在气体输送距离远,取样时间延迟,分析数据实时性差,以及束管内的冷凝水积存,堵塞管路不易处理,出现分析数据不够准确等技术缺陷。因此,许多煤矿的束管监测系统形同虚设,不能在安全生产中发挥作用。

[0006] 煤温变化是最直接的火灾预报参数。按我国国家安全标准 AQ1029 中规定,开采容易自燃,自燃煤层的煤矿的采煤工作面应设置温度传感器。现有的煤矿安全监测系统只能监测井下巷道环境中的温度,不适于煤自燃发火预报,会贻误火灾防治时机。国内有些自燃发火煤矿在采空区内放置温度监测探头,但基本上采用人工巡检方法观测。

[0007] 在胶带机火灾监测方面,基本上采用在胶带机巷放置烟雾传感器监测火灾,传感器只能监测烟雾有无状态,不能实现胶带机火灾的早期预报。

### 发明内容

[0008] 本发明旨在至少解决上述技术问题之一。

[0009] 为此,本发明的一个目的在于提出一种具有准确监控煤矿井下火灾功能的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统。

[0010] 根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统的拓扑结构为树状网络结构,并且包括:

[0011] 监测主机,所述监测主机位于地面且安装系统监测软件和后台数据库,用于接收井下安全数据和发出监测指令;通讯主站,所述通讯主站通过工业以太网与所述监测主机通讯,且用于接收和传输所述井下安全数据和所述监测指令;和无线传感器网络,所述无

线传感器网络位于所述煤矿传感区域内,通过所述通讯主站与所述监测主机通讯,所述无线传感器网络为 ZigBee 无线自组织网络且包括:无线传感器,无线传感器用于采集煤矿安全数据和无线传输所述煤矿安全数据,且包括无线一氧化碳传感器、无线风压传感器和无线温度传感器;和无线网关,所述无线网关与所述无线传感器通过无线通讯并且与所述通讯主站通过现场总线通讯,所述无线网关将所述煤矿安全数据传输到所述通讯主站并向所述无线传感器传输所述监测指令,其中所述无线传感器网络的路由算法采用 CRAM 算法,所述无线传感器和所述无线网关采用突发唤醒通讯机制,仅在一定时间间隔内数据发生了变化或根据所述监测主机的指令才进行无线网络通讯,所述无线一氧化碳传感器采集煤矿内一氧化碳浓度数据,所述无线风压传感器采集煤矿内压力变化数据,所述无线温度传感器采集煤矿内温度数据。

[0012] 由此,根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统不仅能够及时准确地监测煤矿井下火情,还能有效地控制无线传感器网络节点的能耗,延长无线传感器网络的使用寿命。由于无线传感器网络采用大量低成本传感器节点,因此较之有线传感器网络不仅极大地节省了成本,还能在井下发生灾难时更稳定地进行监测工作。又因为根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统能够仅通过监测煤矿内一氧化碳的浓度、风压变化和温度能够精准地预报和监测煤矿井下火灾,而无需监测多种矿井气体和其他安全因素,因此不用在无线传感器网络中设置过多类型的传感器,降低了成本,且简化了软件报警判断方法、提高了判断的准确性。

[0013] 另外,根据本发明的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统还可以包括如下附加技术特征:

[0014] 根据本发明的一个实施例,本发明的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统还包括监测分站,所述监测分站与所述通讯主站通过现场总线进行通讯并与一个所述无线传感器网络通讯,所述监测分站接收、储存、处理和传输所述井下安全数据,并接受和传输所述监测主机的监测指令,其中所述通讯主站与多个所述监测分站通信。

[0015] 根据本发明的一个实施例,所述监测分站通过现场总线与无线网关进行通讯。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述无线传感器具有有网络标识和地理坐标,所述基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统能够以地点和名称为索引进行存储和查询。

[0017] 根据本发明的一个实施例,所述无线网关包括 ZigBee 无线网络通讯模块。

[0018] 根据本发明的一个实施例,所述无线一氧化碳传感器设于煤矿巷道内和/或胶带机处,且包括:ZigBee 无线网络通讯模块、一氧化碳测量模块、一氧化碳敏感元件和供电电池,其中所述一氧化碳测量模块将采集的数据封包,通过 I/O 总线连接器与所述 ZigBee 无线网络通讯模块连接,进行数据交换。

[0019] 根据本发明的一个实施例,所述无线风压传感器设于煤矿密闭区和/或采空区内,且包括:ZigBee 无线网络通讯模块、压力敏感元件和供电电池,其中所述压力敏感元件包括用于测量压差的压差传感器和用于测量相对压力的压力传感器。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述无线温度传感器设于煤矿采空区、密闭区、煤柱钻孔和/或胶带机处,且包括:ZigBee 无线网络通讯模块、数据采集模块、多个温度探头和供电电池,其中所述数据采集模块与所述多个温度探头之间采用有线连接。

[0021] 根据本发明的一个实施例,所述无线温度传感器测温上限不超过 150℃。

[0022] 根据本发明的一个实施例,所述无线温度传感器为 DS18B20 型数字化温度传感器。

[0023] 根据本发明的一个实施例,所述 ZigBee 无线网络通讯模块为全功能设备,能够提供信息双向传输,且能够对信息进行存储和计算。

[0024] 根据本发明的一个实施例,所述 ZigBee 无线网络通讯模块包括 RF 收发器、MCU 控制器、OdBm 全向天线,且所述 ZigBee 无线网络通讯模块内嵌符合 IEEE802.15.4 标准协议的通讯软件。

[0025] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

### 附图说明

[0026] 本发明的上述和 / 或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0027] 图 1 为一氧化碳浓度随煤温变化曲线图。

[0028] 图 2 为二氧化碳浓度随煤温变化曲线图。

[0029] 图 3 为甲烷浓度随煤温变化曲线。

[0030] 图 4 为乙烷浓度随煤温变化曲线。

[0031] 图 5 为丙烷浓度随煤温变化曲线。

[0032] 图 6 为乙烯浓度随煤温变化曲线。

[0033] 图 7 为根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统整体示意图。

### 具体实施方式

[0034] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0035] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0036] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0037] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,一体地连接,也可以是可拆卸连接;可以是机械连接或电连接,也可以是两个元件内部的连通;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0038] 煤矿井下火灾监测技术是指在开采后,根据煤在自燃过程中的升温、释放气体等

变化特征,判别自燃状态,对自燃发火进行识别并预警的技术。

[0039] 指标气体分析法是目前国内外预报火灾的主要方法。煤在自燃过程中释放出一氧化碳、二氧化碳、烷烃、烯烃以及炔烃等气体,鉴于气体漂移性和渗透性好,因此,通过气体指标来分析判定煤自燃程度具有重要价值。

[0040] 但是,对煤自燃过程释放出的多种气体都进行数据采集、分析,再判断煤的自燃状况,一方面需要增加不同类型的传感器,另一方面分析和判断方法复杂且可能因为多种气体而产生不同的预测结果,从而使煤矿真实状况难以判断。因此,如果找到一种足以能够判断自燃发火征兆的气体作为标志性气体,并根据标志性气体变化的规律预测火灾,将会降低监测系统的成本且简化软件报警判断方法、提高了判断的准确性。

[0041] 发明人在煤自燃放火模拟试验台上进行发火模拟实验,实验装置主要包括炉体、气体监测系统、温度监测系统和控制系统等。通过模拟实验比对煤自燃产生的气体中哪种能始终贯穿自燃过程且在自然不同阶段能体现明显的浓度变化。

[0042] 如图 1-图 6 所示,从上述曲线中可以看出,一氧化碳气体贯穿于整个煤自然发火过程,煤温在 50℃ 以上时即释放出可测定的一氧化碳,一氧化碳产出量随着煤温急剧上升。烷烃(甲烷、乙烷、丙烷)出现的时间几乎与一氧化碳同步,但其浓度低,而且在不同煤种中有不同的显现规律;烯烃气体较一氧化碳和烷烃气体出现得晚,乙烯在 110℃ 左右能被测出,是煤自然发火进程是否加速氧化阶段的标志气体;炔烃气体出现的时间最晚,只有在较高温度段才出现。

[0043] 从煤自然发火预报的早期性和气体可监测性考虑,发明人确定一氧化碳为本系统监测煤自燃标志性气体,同时也是胶带机火灾预报标志性气体。

[0044] 测定煤矿温度变化是判断煤自燃发生和发展阶段的依据。测温法是指利用温度传感器对被测地点进行温度监测,确定煤与周围介质温度变化情况,以此预测火灾。测温法主要分为两种:一是通过直接监测煤柱、采空区多点分布温度,建立采空区温度场模型,解析确定煤自燃隐患点(或火源点);二是通过连续监测胶带机隐患点温度早期预报火灾。温度作为辅助火灾预报参数,提高系统预报可靠性。

[0045] 最后,采空区漏风是煤自燃火灾的必要条件。通过连续监测密闭区内外或其它关键位置气压差的变化,为准确预报煤矿井下火灾提供了辅助参考。

[0046] 下面参考附图来描述根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统。

[0047] 根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统包括:监测主机 1、通讯主站 2 和无线传感器网络 3。

[0048] 具体而言,如图 7 所示,所述基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统的拓扑结构采用树状(Cluster-Tree)网络结构。监测主机 1 位于地面且安装系统监测软件和后台数据库,用户能够通过监测主机 1 接收和监测井下安全数据和发出监测指令。优选地,监测主机 1 设有监测备机 101,以防止监测主机因意外不能工作时,保证整个系统正常使用。

[0049] 通讯主站 2 通过工业以太网与监测主机 1 通讯,且通讯主站 2 用于接收煤矿传感区域的井下安全数据、向监测主机 1 传输井下安全数据和接收监测主机 1 的监测指令并向下传输该监测指令。

[0050] 无线传感器网络 3 位于所述煤矿传感区域内,且为 ZigBee 无线自组织网络。通过

ZigBee 无线通信技术建立的煤矿井下无线传感器网络,根据煤矿井下开拓、回采巷道和回采工作面布局特点,将无线传感器网络分成多个分支,每个分支由各种无线火灾监测传感器及无线网络监测设备组成,如图 7 所示。无线网络内的所有设备是网络中的一个节点,每个节点既完成自身火灾参数的数据采集和无线发送,又通过无线接收和发送临近节点的信息,上行或下行将信息发送到目标节点,完成无线数据自组对等通讯,实现多点对多点的通讯,通过节点内置的防碰撞算法管理,及时响应每一个传感器节点的上传数据。

[0051] 无线传感器网络 3 通过通讯主站 2 与监测主机 1 通讯。无线传感器网络 3 包括:无线传感器 31 和无线网关 32。

[0052] 无线传感器 31 用于采集煤矿安全数据,无线网关 32 与无线传感器 31 通过无线通讯,并且与通讯主站 2 通过现场总线(CAN 总线)通讯。因此,无线网关 32 将无线传感器 31 采集的煤矿安全数据传输到通讯主站 2,并接收和向无线传感器 31 传输监测主机 1 的监测指令。

[0053] 根据上文提及的发明人通过实验确定的煤矿安全数据,在本发明的实施例中煤矿安全数据包括煤矿内一氧化碳浓度、煤矿内压力变化和煤矿内温度,因此无线传感器 31 对应地包括无线一氧化碳传感器 311、无线风压传感器 312 和的无线温度传感器 313。

[0054] 作为一种新型的网络,与传统的无线网络相比较,无线传感器网络的能量是有限的,即无线网络的每个节点通常由电池供电,每个节点的能源是有限的,一旦电池能量耗尽,节点就会停止正常工作。因此有限能量是限制无线传感器网络的一个重要因素。

[0055] 根据本发明实施例的无线传感器网络的路由算法采用 CRAM 算法,通过 CRAM 路由算法在保证无线数据传输成功率在 90%左右的前提下,还能够在无线传感器网络内保证良好的能量使用率,因此延长无线传感器网络的使用寿命。

[0056] 另一方面,无线传感器 31 和无线网关 32 采用突发唤醒通讯机制,仅在一定时间间隔内数据发生了变化或根据监测主机 1 的指令才进行无线网络通讯,因此有效降低了节点的能耗。

[0057] 由此,根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统不仅能够及时准确地监测煤矿井下火情,还能有效地控制无线传感器网络节点的能耗,延长无线传感器网络的使用寿命。由于无线传感器网络采用大量低成本传感器节点,因此较之有线传感器网络不仅极大地节省了成本,还能在井下发生灾难时更稳定地进行监测工作。根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统能够仅通过监测煤矿内一氧化碳的浓度、风压变化和温度能够精准地预报和监测煤矿井下火灾,而无需监测额外的矿井气体和其他安全因素,因此不用在无线传感器网络中设置过多种类传感器,因此节省了成本,且简化了软件报警判断方法、提高了判断的准确性。

[0058] 如图 7 所示,根据本发明的一个实施例,本发明的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统还包括 WEB 服务器和 GPRS 和 / 或 CDMA 模块,以便分别通过远程客户端和手机实时监测煤矿井下安全数据。

[0059] 如图 7 所示,根据本发明的一个实施例,本发明的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统还包括监测分站 4。监测分站 4 与通讯主站 2 通过现场总线进行通讯并与无线传感器网络 3 的一个分支通讯,监测分站 4 用于接收、储存、处理和传输井下安全数据,并接受和传输所述监测主机的监测指令。每个井下传感区域内设有无线传感器网络 3 的一



个分支,当多个分支共用一个通讯主站 2 时,需要通讯主站 2 先与多个监测分站 4 通信,每个分支通过一个监控分站 4 处理所采集的井下安全数据后,再通过监控分站 4 发送到通讯主站 2。当通讯主站 2 只与一个无线传感器网络 3 的分支通讯时,可不设监测分站 4。

[0060] 如图 7 所示,根据本发明的一个实施例,监测分站 4 通过现场总线与无线网关 32 进行通讯,保证了通讯的稳定性。

[0061] 根据本发明的一个实施例,无线传感器 31 具有有网络标识(即 IP 地址)和地理坐标,根据本发明的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统能够以地点和名称为索引进行数据存储和查询,例如需要查看位于井下第一传感区内的一氧化碳浓度在一段时间内的信息,可以通过监测主机 1 按照地理位置名称向数据库发出查询指令,或者需要查看位于井下第一巷道内的一氧化碳浓度实时信息时,通过监测主机 1 按照地理位置名称向该处无线传感器 31 发出监测指令。因此,通过地址和名称查询,能够使用户查询和监测不同地点的安全数据更为方便且一目了然。

[0062] 根据本发明的一个实施例,无线一氧化碳传感器 311 设于煤矿巷道内和/或胶带机处。胶带机滚筒和托滚处通常是火灾的重点隐患点,因此,优选地,在胶带机滚筒和托滚处设置无线一氧化碳传感器 311。

[0063] 无线一氧化碳传感器 311 包括: ZigBee 无线网络通讯模块、一氧化碳测量模块、一氧化碳敏感元件和供电电池。一氧化碳测量模块将采集的数据封包,通过 I/O 总线连接器与 ZigBee 无线网络通讯模块连接,进行数据交换。考虑到电量的消耗,一氧化碳敏感元件采用低功耗化学元件,电子元件全部采用低功耗贴片安装器件。

[0064] 根据本发明的一个实施例,无线风压传感器 312 设于煤矿密闭区和/或采空区内。无线风压传感器 312: ZigBee 无线网络通讯模块、压力敏感元件和供电电池。

[0065] 压力敏感元件包括用于测量压差的压差传感器和用于测量相对压力的压力传感器。优选地,压差传感器采用高灵敏度扩散硅微压差传感器,并通过严格的温度补偿措施使其适用于采空区漏风的微小压力变化的监测。

[0066] 根据本发明的一个实施例,无线温度传感器 313 设于煤矿采空区、密闭区、煤柱钻孔和/或胶带机处。与无线一氧化碳传感器 311 的设置相同,优选地,在胶带机滚筒和托滚处设置无线温度传感器 313。

[0067] 温度传感器 313 包括: ZigBee 无线网络通讯模块、数据采集模块、多个温度探头和供电电池。数据采集模块与所述多个温度探头之间采用有线连接,以保证多个温度探头与数据采集模块之间的通讯流畅。

[0068] 由于根据本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统主要用于监测火灾潜伏期,因此无线温度传感器 313 测温上限不超过 150℃,考虑到低功耗和低成本以及高精度的要求,无线温度传感器 313 采用美国 Dallas 半导体公司的 DS18B20 型数字化温度传感器。该传感器是“一线总线”接口的温度传感器,便于数据采集模块采集温度数据。

[0069] 根据本发明的一个实施例,无线网关 32 包括 ZigBee 无线网络通讯模块,用以与上述无线传感器 31 通讯。

[0070] 根据本发明的一个实施例, ZigBee 无线网络通讯模块为全功能设备,能够提供信息双向传输(FFD),且能够对信息进行存储和计算。 ZigBee 无线网络通讯模块包括 RF 收发

器、MCU 控制器、OdBm 全向天线,且 ZigBee 无线网络通讯模块内嵌符合 IEEE802.15.4 标准协议的通讯软件。

[0071] 根据本发明的一些实施例,无线传感器 31、无线网关 32、监测分站 4 和通讯主站 3 均为矿用隔爆兼本质安全型装置,以适应煤矿井下恶劣的工作环境。

[0072] 本发明实施例的基于无线传感器网络的煤矿井下火灾监测系统的其他结构和功能为本技术领域普通人员所熟知的,因此再次不再赘述。

[0073] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0074] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

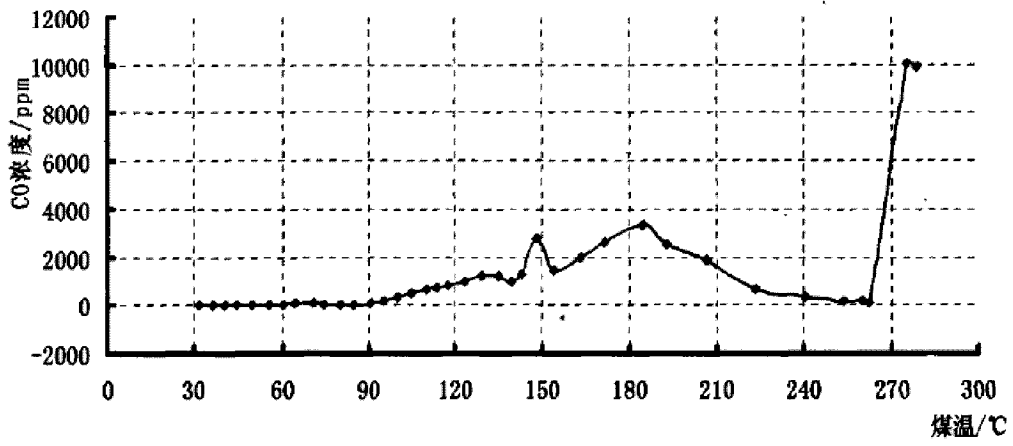


图 1

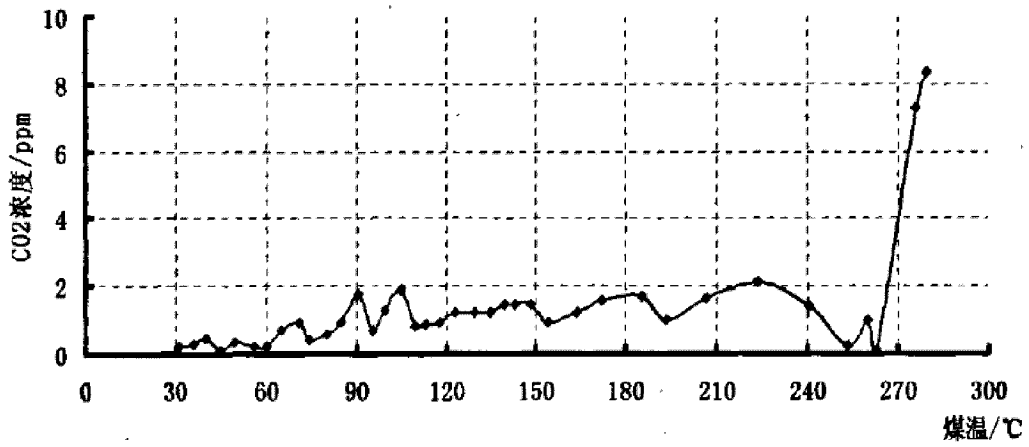


图 2

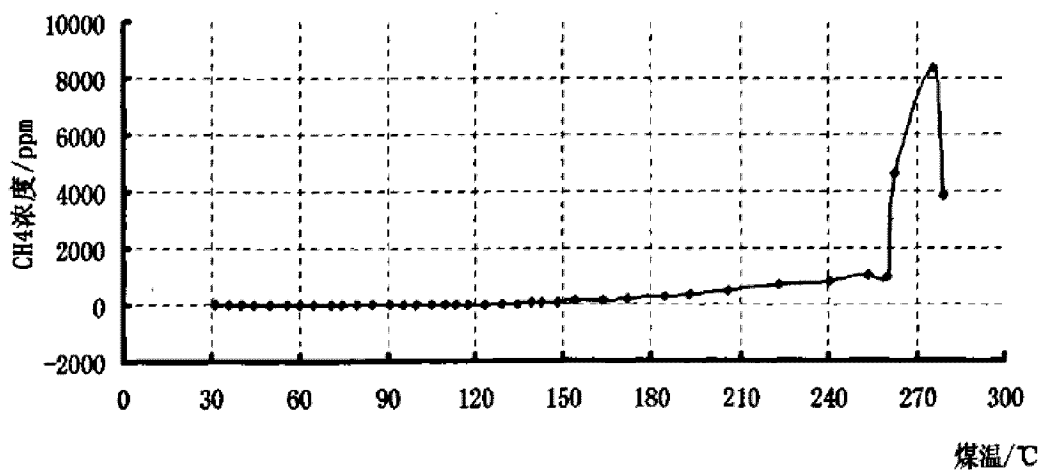


图 3

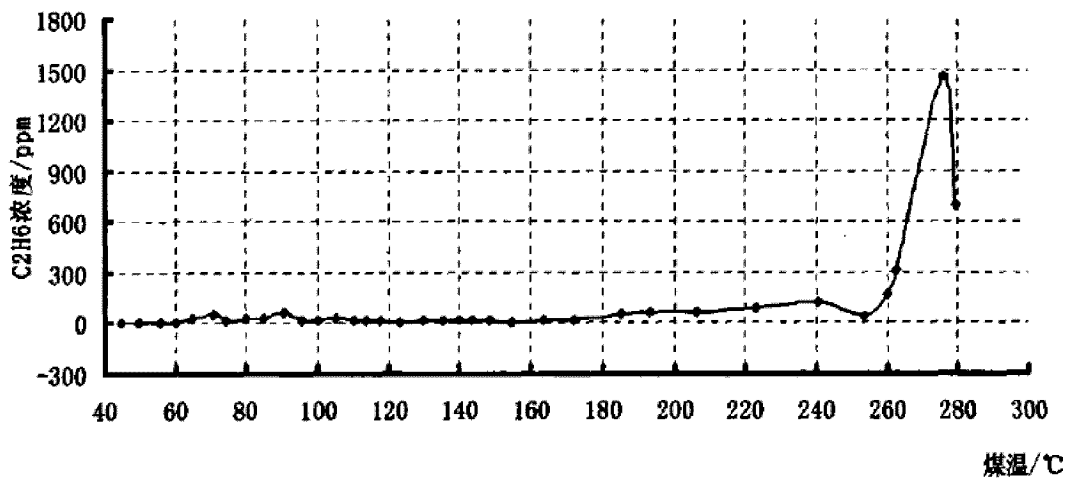


图 4

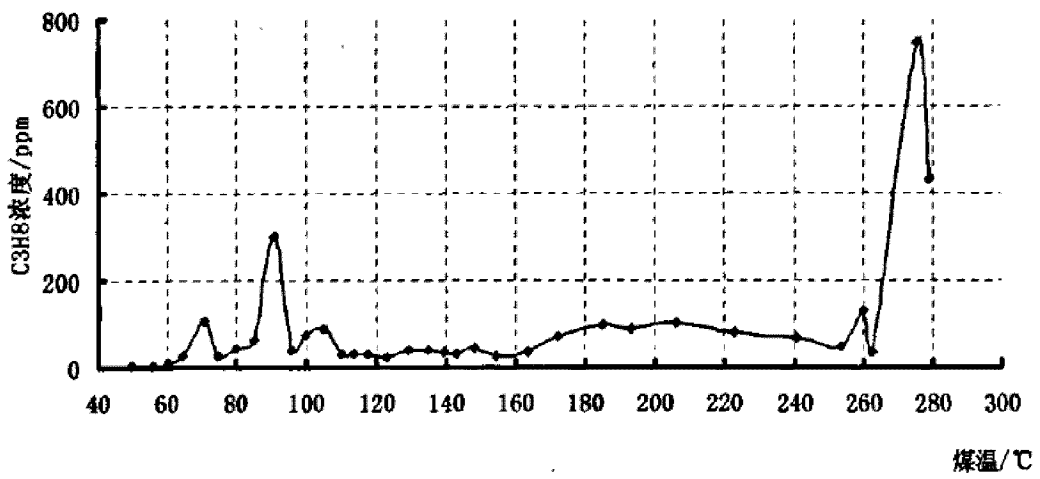


图 5

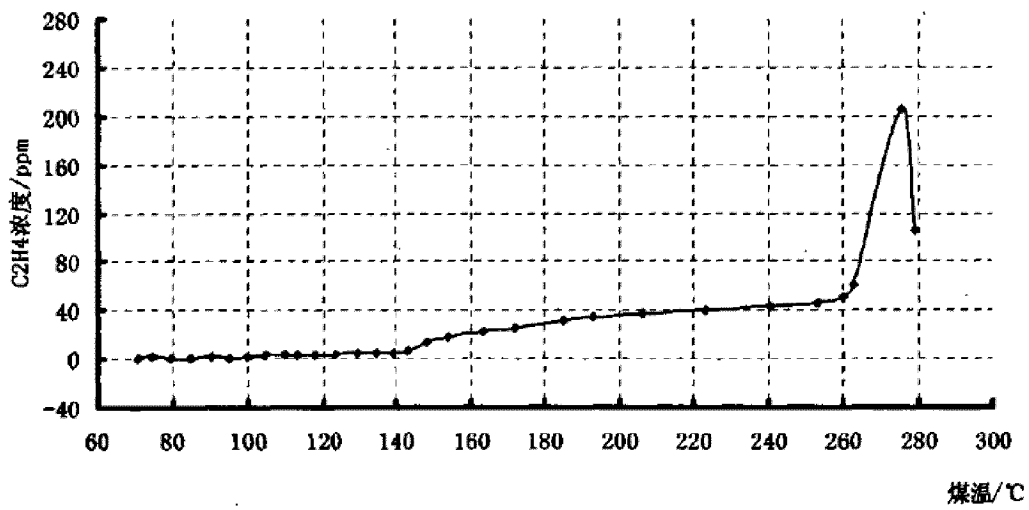


图 6

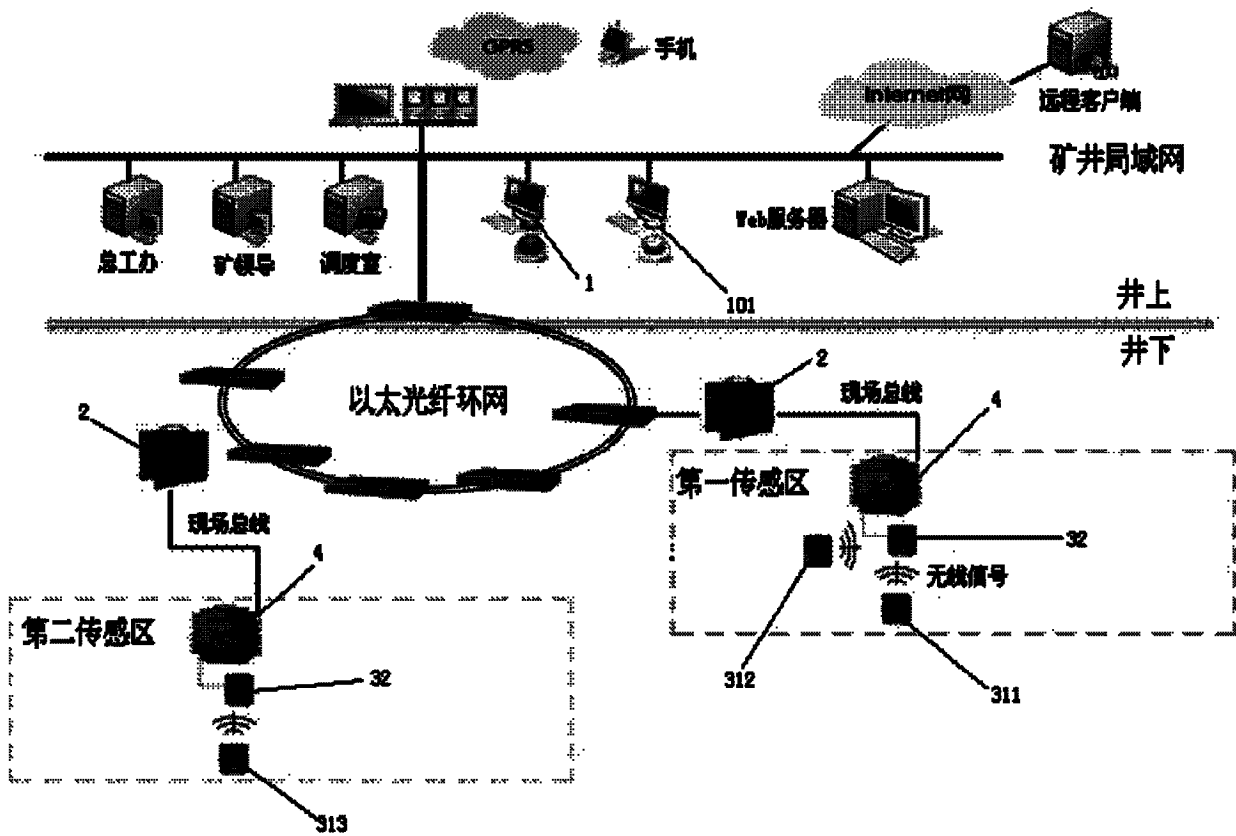


图 7