



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106437855 A

(43)申请公布日 2017. 02. 22

(21)申请号 201610935296.5

(22)申请日 2016.11.01

(71)申请人 中国矿业大学

地址 221116 江苏省徐州市泉山区中国矿业大学南湖校区

(72)发明人 帅佳慧 季俊华 王鑫

(51) Int. Cl.

E21F 17/18(2006.01)

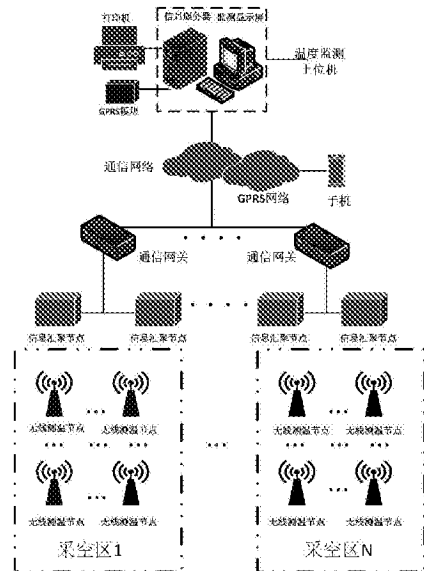
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种基于无线传输的煤矿采空区温度远程监测系统

(57)摘要

本发明提供一种小体积、远距离、低功耗、高稳定性的煤矿采空区温度远程监测系统,包括温度监测中心、手机短信监控平台以及无线传感器网络三个部分。温度监测中心主要由上位机、打印机等设备组成;手机短信监控平台由GPRS模块、GPRS网络、SIM卡以及手机移动终端组成,可以通过GPRS网络将监测温度信息以短信形式发送到监控手机。无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成,主要是测量采空区温度,并将温度数据进行汇总处理上传到上位机。本系统实现对采空区温度分布情况的实时连续监测,为煤矿采空区提供实时温度预警报警,及时发现高温点或火源点位置,确保煤矿开采安全。



CN 106437855 A

1. 一种基于无线传输的煤矿采空区温度远程监测系统及其相关硬件构架,包括温度监测中心、手机短信监控平台以及无线传感器网络三个部分;温度监测中心主要由上位机、打印机等设备组成,上位机安装有相应的组态软件,温度监测中心接入煤矿通信网络;手机短信监控平台属于移动终端的上位机监测,由GPRS模块、GPRS网络、SIM卡以及手机移动终端组成,可以通过GPRS网络将监测温度信息以短信形式发送到监控手机;无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成,主要是测量采空区温度,并将温度数据进行汇总处理上传到通信网关;

所述信息汇聚节点以MSP430 作为主控芯片,硬件电路包含无线收发CC2530 模块、电源模块、扩展485通信接口、以太网接口、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路;

所述无线传感测温节点具有DS18B20温度采集模块、CC2530无线收发模块及编程接口、电源模块、时钟电路模块。

2. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:所述温度监测中心主要由上位机、打印机等设备组成,上位机安装有相应的组态软件,可实现与汇聚节点双向数据传输与消息广播,具有温度数据显示、历史数据查询、数据处理、系统配置等功能。

3. 根据权利要求2所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:温度监测上位机有紧急报警功能;上位机能设置每一个网关的IP地址,上位机与测温节点之间通过信息汇聚节点广播消息。

4. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:所述手机监控平台是手机移动终端通过GPRS方式及时接收下位机发送的数据,以短信方式查看现场信息。

5. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:所述信息汇聚节点以MSP430 作为主控芯片,硬件电路包含无线收发CC2530 模块、电源模块、扩展485通信接口、以太网接口、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路。

6. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:汇聚节点采用的MSP430F149 单片机,1.8V-3.6V 的供电电压范围。

7. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程监测系统,其特征在于:CC2530无线收发模块满足IEEE802.15.4网络标准协议,以8051单片机为内核。

8. 根据权利要求5所述的信息汇聚节点,其特征在于:信息汇聚节点电源模块具有电池和交流电源双供电模式,防止在停电状态下可用电池作备份电源。

9. 根据权利要求1所述的煤矿采空区温度远程双平台监测系统,其特征在于:所述无线传感测温节点具有DS18B20温度采集模块、CC2530无线收发模块及编程接口、电源模块、时钟电路模块;CC2530处理器与温度传感器之间采用1-Wire总线技术,支持半双工双向通信;测温节点电源模块采用电池纽扣电池供电。

10. 根据权利要求9所述的无线测温节点,其特征在于:温度采集模块使用DS18B20完成直接温度模拟量转换成数字测量,不需要信号调理电路,A/D 转换和标度变化等环节就可以直接读取数字形式的温度。

## 一种基于无线传输的煤矿采空区温度远程监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及煤矿采空区温度监测系统的研究和开发,具体涉及煤矿采空区温度远程监测系统的无线传感器网络中测温节点和信息汇聚节点设计、手机短信监控平台及其上位机监测设计。

### 背景技术

[0002] 煤矿综合机械化开采,由于开采难度大,推进速度慢,采空区压实时间相对较长,采空区丢煤,并存在漏风问题,煤与氧气发生氧化反应,因此采空区煤自燃的危险性增大。煤炭自燃产生的有害气体不仅对井下人员的健康造成严重危害,且易诱发瓦斯、煤尘爆炸等重大灾害事故,对煤矿的安全生产和矿工生命造成严重威胁。

[0003] 采空区自然发火火源位置很难确定,给灭火带来很大困难。传统的温度监测系统采用光缆、光纤等有线传输方式,现场布线范围广、成本高、可移植性弱,灵活性不强。因此,需要对煤矿采空区的温度分布情况进行实时高效地连续监测,及时发现高温点或火源点位置,同时也要努力降低温度监测成本。所以煤矿采空区温度监测系统的研究和开发已成为紧急需求。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供一种小体积、低功耗、可移植、灵活性强的基于无线传输的煤矿采空区温度远程监测系统,实现对采空区温度分布情况的实时连续监测,及时发现高温点或火源点位置。

[0005] 为了实现上述目的,基于无线传输的煤矿采空区温度远程监测系统,可以划分为温度监测中心、手机短信监控平台以及无线传感器网络三个部分。温度监测中心主要由上位机、打印机等设备组成,上位机包含信息服务器、监测显示屏、温度监测数据库、温度监测组态软件。温度监控中心接入煤矿通信网络;手机短信监控平台属于移动终端的上位机监测,由GPRS模块、SIM卡、GPRS网络以及手机移动终端组成,可以通过GPRS网络将监测温度信息通过SIM卡以短信形式发送到监控手机。无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成,主要是测量采空区温度,并将温度数据进行汇总处理上传到通信网络。一个通信网关负责一个采空区,每个通信网关下设有两个信息汇聚节点;采空区设有多个无线传感测温节点,无线测温节点被均匀部署在整个采空区,等间隔的放置成一个方阵,保证无线测温节点在周围相邻节点的通信范围内。无线测温节点用于测量采空区在漏风的作用下,沿工作面推进方向形成的三个区域的温度,即冷却带、氧化带和窒息带的温度。

[0006] 所述温度监测中心包含上位机、打印机、以及接入的通信网络,上位机包含信息服务器、监测显示屏、温度监测数据库、温度监测组态软件。温度监测中心的数据库用于上位机从井下通信网络接收来自无线测温节点发送的数据,通过数据库系统存储、分析和汇总数据,通过监测软件的可视化界面实时显示处理结果。上位机上安装相应的组态软件,具有数据采集、数据处理、预警报警、配置管理、用户管理五大功能,其中“数据处理”包含数据显

示区、数据存储区、数据查询区，“配置管理”包含采空区信息配置、节点信息配置、数据库信息配置。

[0007] 温度监测上位机有紧急报警功能。上位机能设置每一个网关的IP地址，上位机与测温节点之间通过信息汇聚节点广播消息。

[0008] 上位机与通信网关之间采用工业以太网通信。以太网通信模块采用W5200控制器，用于上位机与网关之间的通信。

[0009] 所述手机监控平台是手机移动终端通过GPRS方式及时接收或发送的数据，以短信方式查看现场信息。当无线测温节点的温度数据传到上位机的数据库进行存储、分析与汇总，通过 GPRS 无线模块与 GPRS 网络建立的无线连接，使用GPRS模块中的SIM卡通过GPRS网络实现数据以短信方式远距离传输到监控手机。

[0010] 所述无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成。

[0011] 所述信息汇聚节点以MSP430 作为主控芯片，硬件电路包含无线收发CC2530 模块、电源模块、扩展485通信接口、以太网接口、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路。

[0012] 汇聚节点采用的MSP430F149 单片机，1.8V-3.6V 的供电电压范围。

[0013] CC2530无线收发模块满足IEEE802.15.4网络标准协议，以8051单片机为内核处理器。

[0014] 汇聚节点RS485通信模块，采用ADM2587E型收发器。

[0015] 汇聚节点电源模块具有电池和交流电源双供电模式，防止在停电状态下可用电池作备份电源。

[0016] 汇聚节点采用LCD12864液晶屏来显示采空区的温度数据。

[0017] 汇聚节点的时钟电路，便于执行时间同步机制。

[0018] 所述无线传感测温节点具有DS18B20温度采集模块、无线收发模块及编程接口、电源模块、时钟电路模块；所述处理器CC2530与温度采集模块DS18B20、无线收发模块、编程接口、时钟模块相连通，温度传感器DS18B20采集温度信号传送到CC2530处理器进行处理，转换成满足IEEE 802.15.4 标准的无线信号发送。

[0019] 温度采集模块使用DS18B20完成直接温度模拟量转换到数字量的测量，不需要信号调理电路，A/D 转换和标度变化等环节就可以直接读取数字形式的温度，测量范围为-55~+125℃。CC2530处理器与温度传感器之间采用1-Wire总线技术，支持半双工双向通信。

[0020] 测温节点电源模块采用纽扣电池供电。

[0021] 信息汇聚节点与无线测温节点之间通过CC2530无线收发模块建立的无线传感器网络进行通信。

[0022] 本发明，所述温度监测中心是整个监测系统的控制核心与运算核心，温度监测中心的上位机用于数据采集、数据显示、数据查询、预警报警、配置管理、用户管理和其他特殊功能；所述手机监控平台是更加灵活便捷的移动终端类型的上位机监测，包含GPRS模块、SIM卡、GPRS网络以及移动手机，通过 GPRS 无线模块与 GPRS 网络建立的无线连接，使用GPRS模块中的SIM卡通过GPRS网络实现数据以短信方式远距离传输到监控手机；所述无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成，主要是测量采空区温度，并将温度数据进行汇总处理上传到通信网络。所述信息汇聚节点是整个无线传感器网络的核心，以MSP430 作为主控芯片，硬件电路包含无线收发CC2530 模块、电源模块、扩展485通信

接口、以太网接口、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路。它作为网络协调器来实现测温节点的组网,控制传感器网络的运行,控制广播消息,实现信息的就地显示与报警,并且可以测量信息的通信。它将无线测温节点采集的温度信息实时传到煤矿通信网络,最终传达到上位机完成相应设定。所述无线测温节点是无线传感器网络的重要组成部分,包括温度采集模块DS18B20、CC2530无线收发模块及编程接口、电源模块、时钟电路模块。它的作用是采集温度信息,起到路由器的功能,转发其它测温节点的数据,把信息传到汇聚节点。所述温度采集模块使用DS18B20完成直接温度模拟量转换到数字量。温度信号传入微控制器单元CC2530转换成满足条件的无线信号传输到汇聚节点。以太网通信用于上位机与煤矿井下通信网关之间,无线传感器网络通信用于信息汇聚节点与无线测温节点之间的通信。

[0023] 无线传感器网络中研究使用一种多跳自组织可休眠路由算法,节点按照约定的时间和周期完成组网、数据采集、传输、休眠、同步等操作,下行使用洪泛路由算法,向周围节点广播消息,快速扩散控制消息;上行传输使用定向扩散路由算法,向上行节点发送数据,确保精确传递数据消息;从而实现上位机与采空区温度监测的同步双向通信,实现汇聚节点上传数据和下传消息同步进行,实现煤矿采空区温度的实时连续地监测与控制,及时发现高温点或火源点位置,确保煤矿开采安全。

## 附图说明

[0024] 图1为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的示意图。

[0025] 图2为本发明煤矿采空区温度远程监测系统信息汇聚节点的硬件构架图。

[0026] 图3为本发明煤矿采空区温度远程监测系统无线测温节点的硬件构架图。

[0027] 图4为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的数据显示主界面图。

[0028] 图5为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的历史数据查询界面图。

[0029] 图6为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的数据处理界面图。

[0030] 图7为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的系统配置界面图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0032] 图1为本发明煤矿采空区温度远程监测系统的示意图;如图1所示,煤矿采空区温度远程监测系统,划分为温度监测中心、手机短信监控平台以及无线传感器网络三个部分。温度监测中心主要由上位机、打印机等设备组成,温度监测中心接入煤矿通信网络;手机短信监控平台属于移动终端的上位机监测,由GPRS模块、GPRS网络、SIM卡以及手机移动终端组成,无线传感器网络由通信网关、无线测温节点与信息汇聚节点组成,主要是测量采空区温度,并将温度数据进行汇总处理上传到通信网关。一个通信网关负责一个采空区,每个通信网关下设有两个信息汇聚节点;采空区设有多个无线传感测温点,无线测温节点用于测量采空区在漏风的作用下,沿工作面推进方向形成的三个区域的温度,即冷却带、氧化带和窒息带的温度。

[0033] 所述温度监测中心位于井上,其上位机安装有相应的组态软件,可实现与汇聚节点双向数据传输与消息广播,具有温度数据显示、历史数据查询、数据处理、系统配置等功

能。管理并控制着该温度监测系统的工作模式及工作参数。能够设置通信网关的IP地址,查看汇聚节点的工作状态参数,通过网络可自动搜索和手动添加设备,对每个汇聚节点可任意组网,形成相应的网络拓扑结构,实现温度数据接收处理以及发布控制消息,可任意切换主菜单显示,系统可设置管理登录权限。

[0034] 所述手机监控平台是手机移动终端通过GPRS方式及时接收无线测温节点发送的数据,以短信方式查看现场信息。当无线测温节点的温度数据传到上位机的数据库进行存储、分析与汇总,通过 GPRS 无线模块与 GPRS 网络建立的无线连接,使用GPRS模块中的SIM卡通过GPRS网络实现数据以短信方式远距离传输到监控手机。

[0035] 所述无线传感器网络包括多个信息汇聚节点,多个无线测温节点;信息汇聚节点管理和控制无线测温节点,提供RS485通信接口,具有声光报警、信息处理、连接通信、数据显示的功能。该汇聚节点将通过液晶屏LCD12864显示出测温节点的温度和测温节点的位置,当无线测温节点传送的数据高于系统设定值,接通电铃与指示灯进行声光报警。同时将该组测温信息继续传达到上位机进行处理,当上位机传来对应控制消息,则汇聚节点向测温节点传播控制消息。

[0036] 所述无线测温节点负责采集温度信息,起到路由器的功能,转发其它测温节点的数据,传到汇聚节点,同时具备休眠和功耗控制功能。无线测温节点被均匀部署在整个采空区,等间隔的放置成一个方阵,保证无线测温节点在周围相邻节点的通信范围内。温度采集模块DS18B20与处理器CC2530采用1-Wire总线技术,实现温度数据的采集。在汇聚节点和测温节点中的核心是具有CC2530无线收发模块,把数据转换成无线信号发送到汇聚节点,汇聚节点将温度信号传入通信网关进入煤矿通信网络,最后上传到上位机,上位机根据上传的温度信息发出指令。

[0037] 图2为本发明煤矿采空区温度远程监测系统信息汇聚节点的硬件构架图;如图2所示,煤矿采空区温度远程监测系统信息汇聚节点以MSP430 作为主控芯片,硬件电路包含无线收发CC2530 模块、电源模块、扩展485通信接口、以太网接口、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路。

[0038] 所述MSP430处理器单元与CC2530无线收发模块、RS485通信模块、GPIO接口模块、以太网接口、电源模块、时钟电路、声光报警电路、液晶屏显示电路连通。所述无线收发模块接收来自无线测温点传来的无线信号,并通过处理器MSP430进行处理转换为对应温度信号,显示于液晶屏。并对该温度与设定值进行对比,若是高于设定值则进行报警。

[0039] 汇聚节点与上位机进行通信设定参数,若未相连则设置默认值。汇聚节点初始化后等待其他节点和测温节点传送数据,当数据传送过来,建立路由启动无线传感网络广播组网消息。发送成功后继续进入等待,等待时间不超过最大值,超过即本次传送结束。进入休眠状态,直到下次传送数据到来。

[0040] 图3为本发明煤矿采空区温度远程监测系统无线测温节点的硬件构架图;如图3所示,煤矿采空区温度远程双平台监测系统测温节点以处理器CC2530为控制核心,包括温度采集模块、无线收发模块及编程接口、电源模块、时钟电路模块。所述处理器CC2530与温度采集模块、无线收发模块、编程接口、模拟开关、时钟模块相连通,DS18B20温度采集模块采集温度转换成数字信号,然后传送到CC2530处理器进行处理,转换成满足IEEE 802.15.4标准的无线信号发送到汇聚节点。

[0041] 无线测温节点通过编程接口进行程序烧写,烧写完程序之后对各个部门模块进行初始化,进行无线网络参数的配置。初始化后等待汇聚节点或其他测温节点传送数据,并根据组网上传信息。按照建立好的路由给汇聚节点或上行测温节点传送信息。

[0042] 图4为本发明使用Win CE进行模拟的煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的主界面图。如图4所示,本发明中上位机上安装对应的组态软件来实现监测系统上位机控制功能,设计上位机软件的界面包含实时数据显示、历史数据查询、数据处理、系统配置、预警报警和其他功能,界面左下方实时显示该时刻监测的温度信息,可任意切换主菜单显示,系统可设置管理登录权限。该界面中“数据显示”界面以列表形式显示时间、节点、温度、电压等实时数据,该系统使用Win CE模拟器仿真时设置预警温度值为30℃,将得到的实时温度数据与主机设定预警温度值对比,高于设定值则进行报警,并且每次报警信息也将在“数据显示”界面采用红色列表显示,还可以将实时温度信息以温度场图、点阵图以及曲线图呈现,使温度变化趋势更加直观。

[0043] 图5为本发明使用Win CE模拟的煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的“历史数据查询”界面图,“历史数据查询”界面可以查询过去时间的温度、节点、电压等信息,可以通过限定时间范围来筛选一段时间内的温度信息,也可以通过限制温度范围来筛选对应的温度信息,可以将筛选的信息导出为excel表格,或删除信息。

[0044] 图6为本发明使用Win CE模拟的煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的“数据处理”界面图;“数据处理”可显示采集数据收发中正常模式、测试模式下的实时数据解析处理过程以及监测收发数据的条数,还可显示进行采样定时等管理配置信息。“数据处理”界面显示将汇聚节点传送来的采集数据进行数据帧解析,得到采集时间、采集节点、温度、电压的数据,以列表形式显示。

[0045] 图7为本发明使用Win CE模拟的煤矿采空区温度远程监测系统的上位机软件的系统配置界面图;在“系统配置”界面下可以进行采空区信息配置、节点信息配置、数据库配置以及用户管理配置;通过上位机软件的控制,我们可以实时直观掌握采空区的温度变化,及时确定危险地点,保障采矿安全。

[0046] 综上,本系统及其相关硬件架构采用无线通信在硬件上可以减少安装部署的体积,成本低、易于维护、可移植且灵活性强。采用上位机和移动终端同时进行监测,确保信息及时传达。软件上采用的一种多跳自组织可休眠路由算法可以降低功耗,实现时间同步,由此本系统可以很方便的实现对煤矿采空区的温度进行实时连续监测,从而及时发现煤矿开采隐患,保障煤矿生产安全。

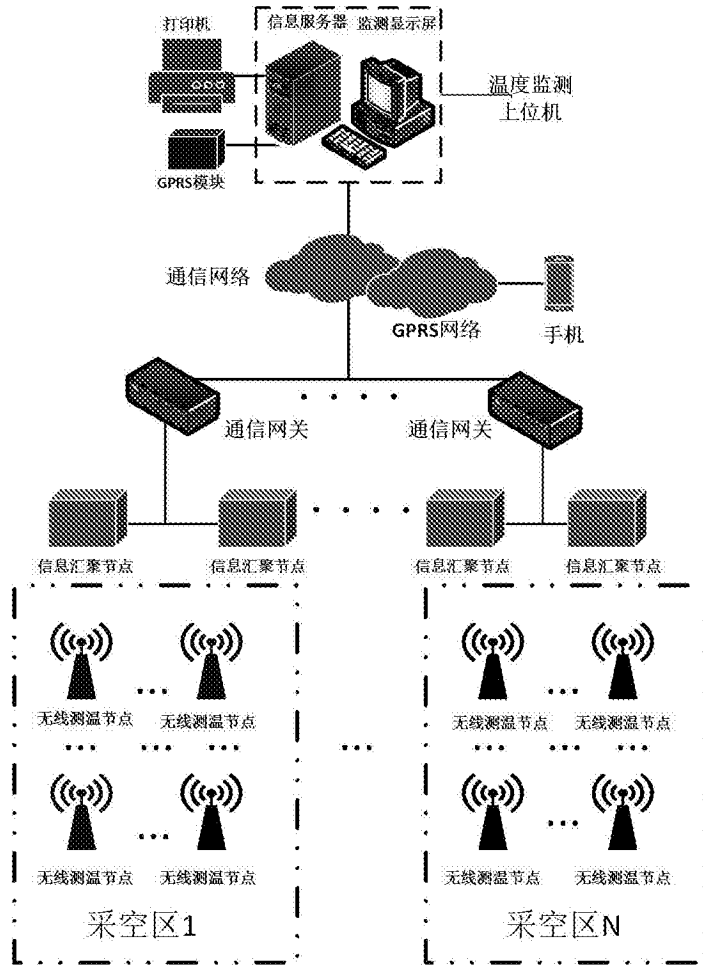


图1

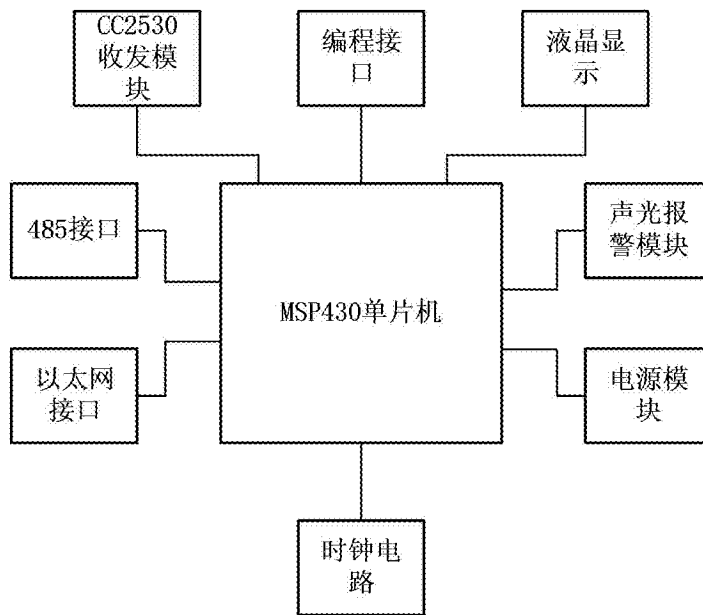


图2



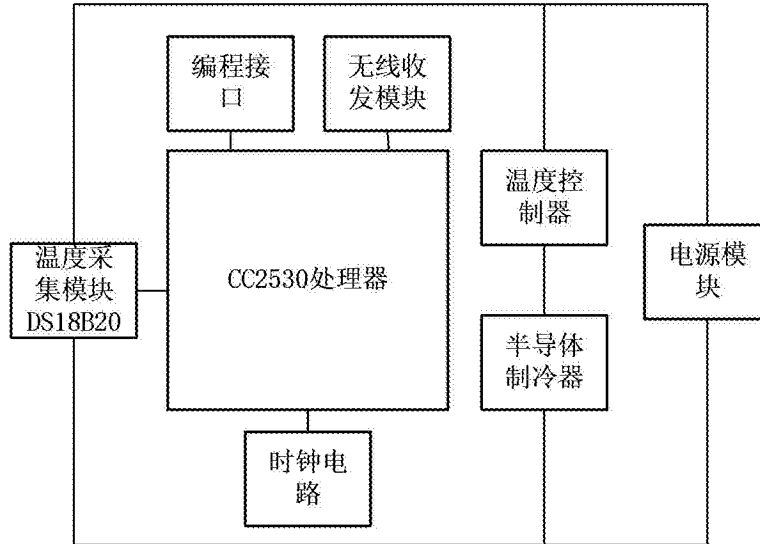


图3



图4



图5



图6

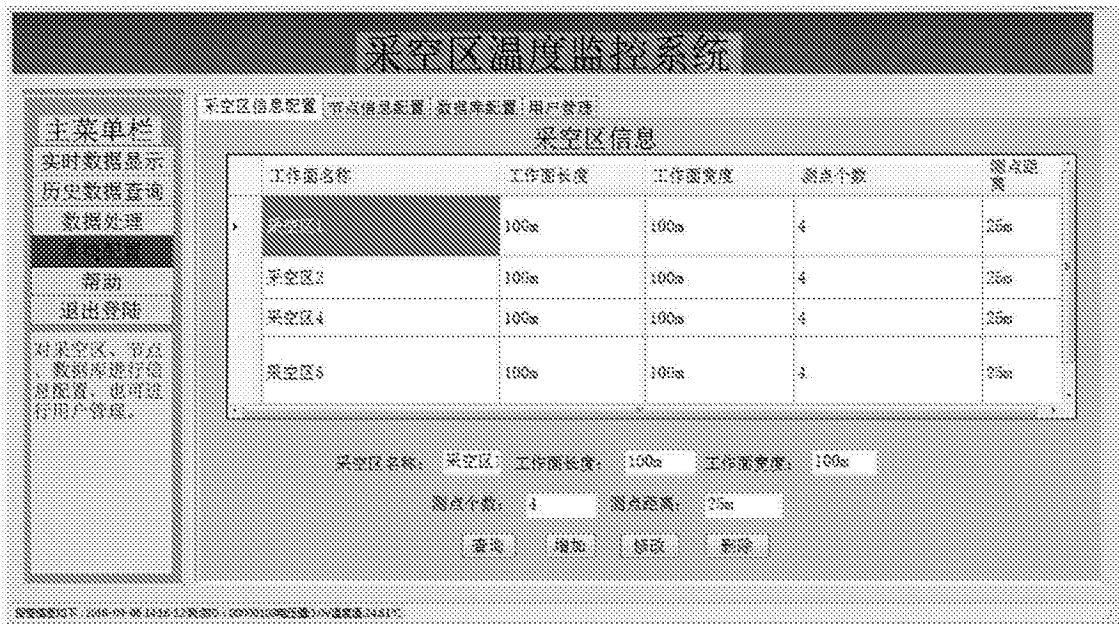


图7