



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103076784 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201210588035. 2

(22) 申请日 2012. 12. 30

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 蔚瑞华 徐立鸿 黄培

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

31225

代理人 宣慧兰

黄培等. 基于 GSM/GPRS 的温室环境远程监控系统设计. 《微型机与应用》. 2012, 第 31 卷 (第 18 期), 第 45-47 页及 50 页.

审查员 席云红

(51) Int. Cl.

G05B 19/418(2006. 01)

H04W 84/18(2009. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201674842 U, 2010. 12. 22,

CN 101303245 A, 2008. 11. 12,

CN 202066607 U, 2011. 12. 07,

US 2005/0286476 A1, 2005. 12. 29,

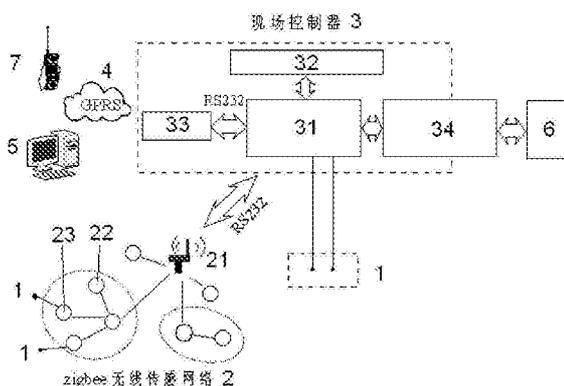
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统

(57) 摘要

本发明涉及一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,包括传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器、GPRS 网络、远程控制主机以及环境控制执行机构,所述的传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器和环境控制执行机构设置在温室内,传感器通过 Zigbee 无线传感网络或者有线的方式连接现场控制器,所述的现场控制器连接环境控制执行结构,并通过 GPRS 网络连接远程控制主机。与现有技术相比,本发明可以克服传统系统中布线繁琐、成本较高的问题,信息传输的稳定性好,控制方式灵活方便。



1. 一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,包括传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器、GPRS 网络、远程控制主机以及环境控制执行机构,所述的传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器和环境控制执行机构设置于温室内,传感器通过 Zigbee 无线传感网络或者有线的方式连接现场控制器,所述的现场控制器连接环境控制执行机构,并通过 GPRS 网络连接远程控制主机;

传感器采集温室内的环境信息,通过 Zigbee 无线传感网络或者直接发送至现场控制器,现场控制器根据环境信息判断是否需要通过环境控制执行机构对温室环境进行调节,同时现场控制器通过 GPRS 网络将环境信息上传至远程控制主机,远程控制主机可通过 GPRS 网络发送控制命令至现场控制器,并通过环境控制执行机构对温室环境进行调节;

所述的 Zigbee 无线传感网络采用簇状组网方式,包括 Zigbee 终端、Zigbee 路由和 Zigbee 网关,所述的 Zigbee 终端通过 Zigbee 路由或者直接与 Zigbee 网关连接,所述的 Zigbee 网关连接现场控制器,所述的传感器通过 Zigbee 终端接入 Zigbee 无线传感网络;

所述的 Zigbee 终端采用多层分布的方式布置在温室的上层、中层和下层,所述的上层位于温室的保温膜以上,所述的中层位于温室的保温膜与植物冠层之间,所述的下层位于植物冠层;

所述的 Zigbee 终端包括 Zigbee 片上系统和射频收发前端,所述的射频收发前端内集成有功率放大器,传感器的信息发送至 Zigbee 片上系统,经处理后由射频收发前端进行发射;

所述的 Zigbee 终端还包括按键设置模块,通过该按键设置模块可以设置该 Zigbee 终端在温室中所处的相对坐标和发射功率。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,所述的传感器包括温湿度传感器、光照传感器、二氧化碳传感器和土壤水分传感器。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,所述的 Zigbee 网关采用电池供电或者 220V 市电的供电方式, Zigbee 网关通过电压转换模块连接 220V 市电,该电压转换模块包括依次连接的变压器、整流桥、电容滤波电路和稳压电路。

4. 根据权利要求 1 所述的一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,所述的现场控制器包括 MCU 以及与 MCU 连接的显示屏、GPRS 模块和弱电转强电模块,所述的 MCU 连接 Zigbee 网关,接收并处理温室内的环境信息, GPRS 模块用于接入 GPRS 网络,实现现场控制器与远程控制主机之间的通信,所述的弱电转强电模块包括光耦继电器和接触器,用于连接环境控制执行机构,实现 MCU 对环境控制执行机构的控制。

5. 根据权利要求 4 所述的一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,所述的 Zigbee 网关通过 RS232 串口与现场控制器的 MCU 连接,传输速率为 9600bps。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,其特征在于,所述的现场控制器可与移动通信终端连接,通过移动通信终端进行环境信息查询和控制,所述的温室环境监控系统采用三级控制的方式,其控制的优先级由高到低依次为:现场控制器、远程控制主机和移动通信终端。

## 一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种温室环境监控系统,尤其是涉及一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统。

### 背景技术

[0002] 随着人口和资源问题的凸显,如何合理利用农业资源,提高农业生产效率日益受到有关部门的重视。将现代移动通信技术、自动控制技术引入农业生产领域成为现代农业的发展趋势。但是在传统的温室环境智能监控系统中,布线问题繁琐,成本较高等问题严重后果影响了新技术在温室监控领域的应用。

[0003] 近年兴起的 Zigbee 无线组网技术为解决布线问题为我们提供了新的思路。有一些人尝试将 Zigbee 技术用于大田环境监测取得了很好的成效。但是将其推广到温室环境监测却碰到了很多的实际问题,因为温室内高温高湿及作物遮挡等环境特点会对无线信号的传输距离和稳定性造成不良影响。如何克服这些问题,提高无线网络的稳定性和信号避障性,成了相关领域工作人员日益关注的焦点。

[0004] 随着我国移动通信网络的日渐完善,GSM/GPRS 的网络覆盖率有了很大提高。GSM/GPRS 网络有覆盖域广、接入迅速、按量计费等优点。这些都为将 GSM/GPRS 移动公网用于传输用户数据提供了很好的可实施条件。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,该系统可以克服传统系统中布线繁琐、成本较高的问题,信息传输的稳定性好,控制方式灵活方便。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0007] 一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,包括传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器、GPRS 网络、远程控制主机以及环境控制执行机构,所述的传感器、Zigbee 无线传感网络、现场控制器和环境控制执行机构设置于温室内,传感器通过 Zigbee 无线传感网络或者有线的方式连接现场控制器,所述的现场控制器连接环境控制执行机构,并通过 GPRS 网络连接远程控制主机;

[0008] 传感器采集温室内的环境信息,通过 Zigbee 无线传感网络或者直接发送至现场控制器,现场控制器根据环境信息判断是否需要通过环境控制执行机构对温室环境进行调节,同时现场控制器通过 GPRS 网络将环境信息上传至远程控制主机,远程控制主机可通过 GPRS 网络发送控制命令至现场控制器,并通过环境控制执行机构对温室环境进行调节。

[0009] 所述的传感器包括温湿度传感器、光照传感器、二氧化碳传感器和土壤水分传感器。

[0010] 所述的 Zigbee 无线传感网络采用簇状组网方式,包括 Zigbee 终端、Zigbee 路由和 Zigbee 网关,所述的 Zigbee 终端通过 Zigbee 路由或者直接与 Zigbee 网关连接,所述的

Zigbee 网关连接现场控制器,所述的传感器通过 Zigbee 终端接入 Zigbee 无线传感网络。

[0011] 所述的 Zigbee 终端采用多层分布的方式布置在温室的上层、中层和下层,所述的上层位于温室的保温膜以上,所述的中层位于温室的保温膜与植物冠层之间,所述的下层位于植物冠层。

[0012] 所述的 Zigbee 终端包括 Zigbee 片上系统和射频收发前端,所述的射频收发前端内集成有功率放大器,传感器的信息发送至 Zigbee 片上系统,经处理后由射频收发前端进行发射。

[0013] 所述的 Zigbee 终端还包括按键设置模块,通过该按键设置模块可以设置该 Zigbee 终端在温室中所处的相对坐标和发射功率。

[0014] 所述的 Zigbee 网关采用电池供电或者 220V 市电的供电方式,Zigbee 网关通过电压转换模块连接 220V 市电,该电压转换模块包括依次连接的变压器、整流桥、电容滤波电路和稳压电路。

[0015] 所述的现场控制器包括 MCU 以及与 MCU 连接的显示屏、GPRS 模块和弱电转强电模块,所述的 MCU 连接 Zigbee 网关,对接收并处理温室内的环境信息,GPRS 模块用于接入 GPRS 网络,实现现场控制器与远程控制主机之间的通信,所述的弱电转强电模块包括光耦继电器和接触器,用于连接环境控制执行机构,实现 MCU 对环境控制执行机构的控制。

[0016] 所述的 Zigbee 网关通过 RS232 串口与现场控制器的 MCU 连接,传输速率为 9600bps。

[0017] 所述的现场控制器可与移动通信终端连接,通过移动通信终端进行环境信息查询和控制,所述的温室环境监控系统采用三级控制的方式,其控制的优先级由高到低依次为:现场控制器、远程控制主机和移动通信终端。

[0018] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0019] 1、本发明通过采用 Zigbee 无线传感网络解决了传统温室环境监控系统中布线繁琐的问题、成本较高的问题,并且通过合理的多层布点的方式,解决了 Zigbee 网络内各个节点之间的信号传输问题,该系统的信息传输稳定性较高。

[0020] 2、Zigbee 终端中在传统 Zigbee 片上系统的基础上增加了射频收发前端,并且集成有功率放大器,使得 Zigbee 终端的输功率和信号的传输距离,克服了温室内作物遮挡和高温高湿等环境对信号传输造成的不良影响。

[0021] 3、Zigbee 终端设有按键模块,通过按键设置该终端在温室中所处的相对坐标,方便远程控制主机对数据的管理,通过按键设置该终端的发射功率,满足在不同面积温室中的应用需要。

[0022] 4、通过加入移动通信终端作为另一种远程控制端,以适应操作人员远离控制中心的情况,使得控制方式方便灵活。

[0023] 5、传感器采用有线和无线结合的方式发送数据至现场控制器,以克服 Zigbee 终端能提供电压范围有限的问题,以支持多种类型传感器的工作。

[0024] 6、Zigbee 网关提供了 220V 市电的供电方式,保证了无线传感网络的稳定性和使用寿命。

附图说明

- [0025] 图 1 为本发明的系统架构图；
- [0026] 图 2 为 Zigbee 终端的接口原理图；
- [0027] 图 3 为 220V 交流至 3.3V 直流的电压转换模块示意图；
- [0028] 图 4 为簇状无线传感网络结构图；
- [0029] 图 5 为簇状网络数据采集流程示意图；
- [0030] 图 6 为 Zigbee 无线传感网络部署示意图；
- [0031] 图 7 为 Zigbee 无线传感网络部署效果图；
- [0032] 图 8 为现场控制器的 MCU 和 GPRS 模块的接口原理图；
- [0033] 图 9 为系统主程序模块示意图；
- [0034] 图 10 为系统主程序流程图；
- [0035] 图 11 为优先级判断算法程序流程图。

### 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0037] 实施例

[0038] 如图 1 所示,一种基于无线传感网络和 GPRS 的温室环境监控系统,包括传感器 1、Zigbee 无线传感网络 2、现场控制器 3、GPRS 网络 4、远程控制主机 5 以及环境控制执行机构 6。传感器 1、Zigbee 无线传感网络 2、现场控制器 3 和环境控制执行机构 6 设置在温室内,传感器 1 通过 Zigbee 无线传感网络 2 或者有线的连接现场控制器 3,现场控制器 3 连接环境控制执行机构 6,并通过 GPRS 网络 4 连接远程控制主机 5。传感器 1 采集温室内的环境信息,通过 Zigbee 无线传感网络 2 或者直接发送至现场控制器 3,现场控制器 3 根据环境信息判断是否需要通过环境控制执行机构 6 对温室环境进行调节,同时现场控制器 3 通过 GPRS 网络 4 将环境信息上传至远程控制主机 5 进行存储和处理,远程控制主机 5 可通过 GPRS 网络 4 发送控制命令至现场控制器 3,并通过环境控制执行机构 6 对温室环境进行调节。此外,同时现场控制器 3 还具备接收用户手机等移动通信设备 7 的查询和控制的功能,由此实现三级控制的模式,其控制的优先级由高到低依次为:现场控制器、远程控制主机和移动通信终端。

[0039] 其中,Zigbee 无线传感网络结构上采用簇状的组网方式,克服了星型网络不稳定以及网状网络路由维护成本过大等缺点。采用路由的中转功能实现了无线传感器网络在地域上的可扩展性。簇状 Zigbee 无线传感网络如图 4 所示,包括 Zigbee 终端 23、Zigbee 路由 22 和 Zigbee 网关 21,分别负责信息采集、信息转发、网络发起和信息汇聚等功能,其数据流向如图 5 所示,部分与 Zigbee 网关 21 相距较远的 Zigbee 终端 23 通过 Zigbee 路由 22 进行数据转发,距离较近时则直接连接 Zigbee 网关 21。

[0040] Zigbee 终端 23 的结构如图 2 所示,采用传统的 Zigbee 片上系统加射频收发前端的模式,其片上系统采用 TI 公司的 CC2530 芯片,集射频收发及 MCU 控制功能于一体,而射频收发前端采用 CC2591 芯片,工作在免费的 2.4GHz 频段,数据传输速率为 250Kps,在空旷场地的通讯距离可达 2000 米。射频收发前端内部集成功率放大器以增加输出功率,通过一个低噪声特性的低噪声放大器以改进接收灵敏度,从而增加了信号的传输功率和信号的传输距离,克服了温室内作物遮挡和高温高湿等环境对信号传输造成的不良影响。Zigbee

终端可以直接搭载感知模块作为传感器进行数据采集。Zigbee 终端节点采用 3 节干电池供电,经 TPS73033 线性稳压器稳压后输出 3.3V 电压进行供电。此外,Zigbee 终端 23 上在按键模块,根据温室面积等实际情况可手动调节发射功率,可手动设置坐标值,避免了在软件中配置这些参数的繁琐性。

[0041] Zigbee 网关的供电有两种方式可供选择,可以采用电池供电和有线连接 220V 市电供电。采用如图 3 所示的电压转换模块将 220V 市电转换为 Zigbee 网关可用的 3.3V 直流电源,220V 市电经变压器、整流桥、电容滤波电路和稳压电路得到 3.3V 的供电电压,从而可以保证无线传感网络的稳定性和使用寿命。

[0042] 本发明的 Zigbee 无线传感网络采用多层布点的方式布置于温室内,如图 6 和图 7 所示,Zigbee 终端分别温室的上层 A、中层 B 和下层 C,其中上层位于温室的保温膜以上,中层位于温室的保温膜与植物冠层之间,下层位于植物冠层,由于温室环境的特点,这三层分工协作实现了对温室立体化、全方位的采集任务。

[0043] 传感器 1 包括温湿度传感器、光照传感器、二氧化碳传感器和土壤水分传感器,以完成不同类型的信息采集任务。这些传感器采用无线和有线传感器相结合的数据采集方式,克服 Zigbee 终端节点能提供电压范围有限的问题,以支持多种类型传感器的工作。其中,温湿度传感器采用 DHT11,它是一款单总线数字式传感器,供电电压为 3-5.5V,一次数据传输为 40bit,数据格式为:8bit 湿度整数数据 +8bit 湿度小数数据 +8bit 温度整数数据 +8bit 温度小数数据 +8bit 校验和。光照传感器采用 BHT1750FVI,它是一种用于两线式串行总线接口的数字型光照强度传感器,可以测量 1lx-65535lx 的输入光范围,支持 I2C 总线接口,写测量指令和读测量指令结果都是由 I2C 总线接口完成。二氧化碳传感器采用 MG811,土壤水分传感器采用 SM2802M,土壤水分传感器的工作电压为 12V,采用有线的方式进行数据采集,信息通过线缆直接传至温室现场控制器,其余均与 Zigbee 终端 23 连接,通过 Zigbee 无线传感网络 2 回传环境信息。

[0044] 现场控制器 3 包括 MCU 31 以及与 MCU 连接的显示屏 32、GPRS 模块 33 和弱电转强电模块 34。MCU 采用 STC12C5A,3.5-5.5V 供电电压,1280 字节 SRAM,60Kflash 增强型 8051 内核,速度比普通 8051 快 10 倍左右,具有双串口,分别连接 Zigbee 网关 21 和 GPRS 模块 33,采用 RS232 串行接口,传输速率为 9600bps。

[0045] GPRS 模块 33 采用 SIMCOM 公司的 SIM300,与 MCU 31 采用如图 8 所示的方式连接。它是一款三频段 GSM/GPRS 模块,可选 GPRS 信道类型多达 10 个,并且支持多种 GPRS 编码方案,在主程序中通过 AT 指令建立与远程控制主机 5 的 socket 连接,远程控制主机 5 需具有固定 IP 地址。SIM300 在和远程控制主机 5 建立 GPRS 链路后,会被分配一个网内 IP,如果一定时间内没有流量,该网内 IP 会被移动公司收回。为解决这一问题,可在数据发送间隙内,向上位机定期发送心跳包,以保持链路的有效性,否则就需要重新建立 GPRS 连接。

[0046] 显示屏 32 采用 JM12864M-2 汉字图形点阵液晶显示模块,可显示汉字及图形,内置 8192 个中文汉字(16X16 点阵)、128 个字符(8X16 点阵)及 64X256 点阵显示 RAM(GDRAM),用于显示温室现场环境信息。

[0047] 弱电转强电模块 34 用于实现 MCU 31 的控制信号的弱电转强电以控制大功率的环境控制执行机构 6 的功能,该模块采用光耦继电器 + 接触器的方式,连接 MCU31 和环境控制执行机构 6。

[0048] 本发明的软件部分具体如下：

[0049] 本发明在温室现场控制器的主程序采用模块化的运行方式。如图 9 所示,所述的主程序分为八个模块:(1)LCD 显示处理模块,负责温室内重要参量信息的显示。(2) 温室控制算法模块,执行紧急情况下的控制功能。(3) 上位机指令分析模块,用于对上位机传来的命令进行分析。(4) 短消息处理模块,接收用户手机短消息的查询和控制。(5) 执行机构控制模块,用于操纵温室内执行机构。(6)GPRS 网络管理模块,负责和远程控制中心上位机通讯链路的建立和维持。(7) 信息交互模块,将 Zigbee 协调器传来的信息转付至 GPRS 模块无线发出。(8) 有线传感器驱动模块,用于控制有线传感器的数据采集。如图 10 所示,系统主程序启动后首先进行硬件的初始化,初始化成功后,各子模块协同工作完成从信息采集到控制实施等一系列工作。

[0050] 本发明在 Zigbee 无线传感网络中采用周期性的睡眠和唤醒机制。可人为设置 Zigbee 终端节点的采集周期,按此时间周期性地触发采集和陷入睡眠。这样极大的降低了功耗,延长了电池的更换频率,提高了传感网络的寿命。

[0051] 本发明所采用的通讯协议数据帧格式为:帧起始标志+温室 ID+终端设备坐标+终端设备网络地址+用户传感器数据区+父节点网络地址+校验码。用户传感器数据区规定为:传感器 1 的 ID+传感器 1 的数据+传感器 2 的 ID+传感器 2 的数据+...+传感器 n 的 ID+传感器 n 的数据,确保了温室现场和控制中心上位机通信的正确性。

[0052] 本发明采用有优先级的三级控制架构,包括现场控制器、远程控制中心、移动控制端。温室现场控制器按用户约定算法执行紧急控制功能。远程控制中心按用户约定算法执行复杂控制功能。移动控制端实现用户通过手机短信息的查询和控制功能,当用户有事不在控制中心,已可对温室实施查询和控制。三级控制架构为适应温室控制中所面临的实际情况,优先级为从高至底的顺序,如图 11 所示,在动作执行机构前,程序会运行优先级判断算法,当出现控制命令冲突的情况,以优先级较高的控制命令为准。

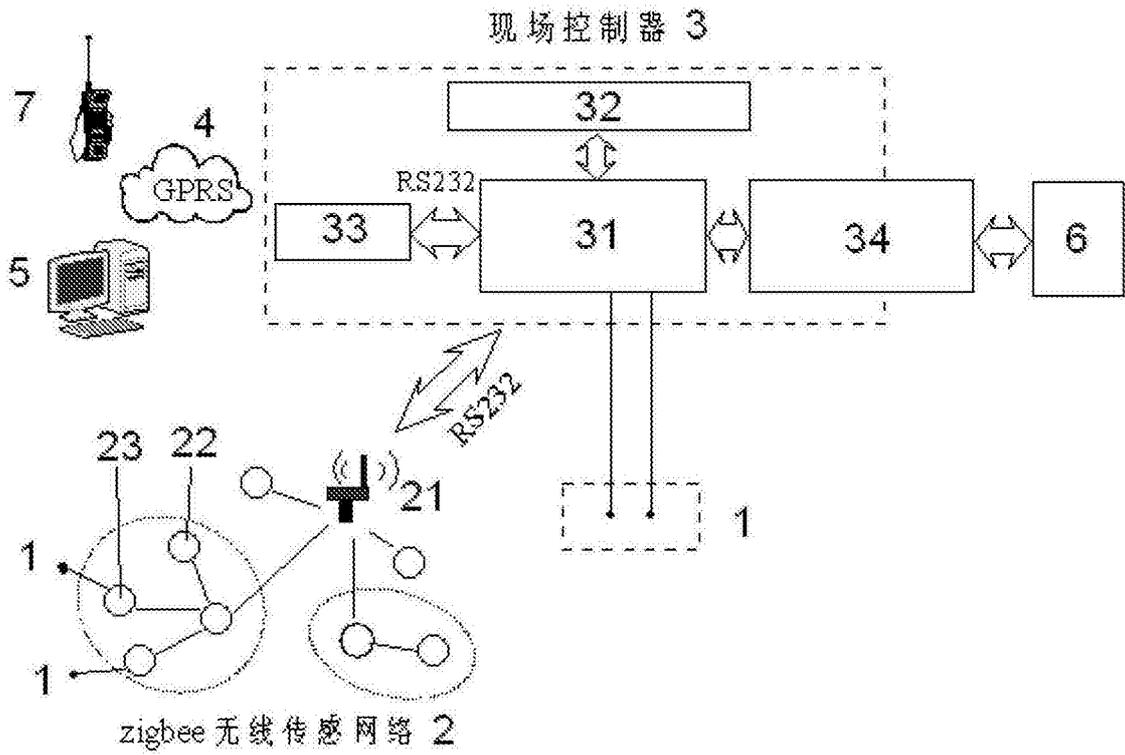


图 1

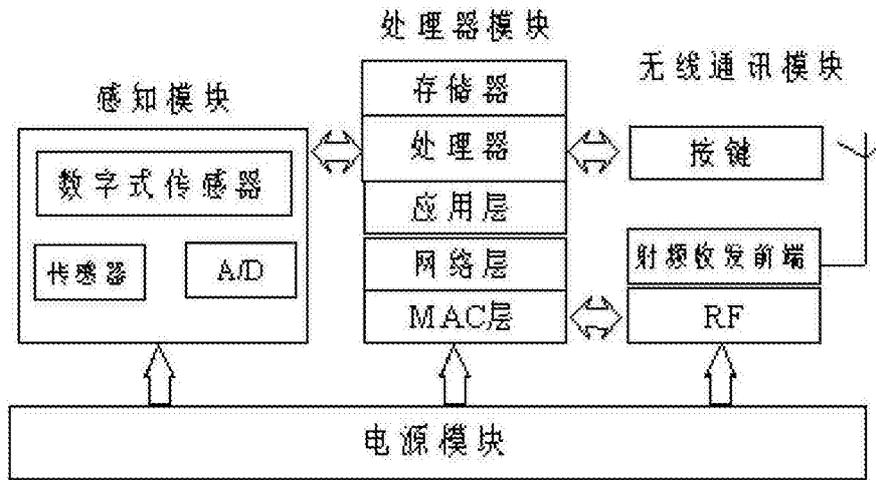


图 2

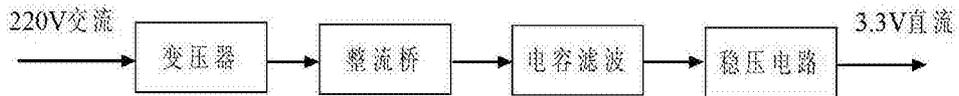


图 3

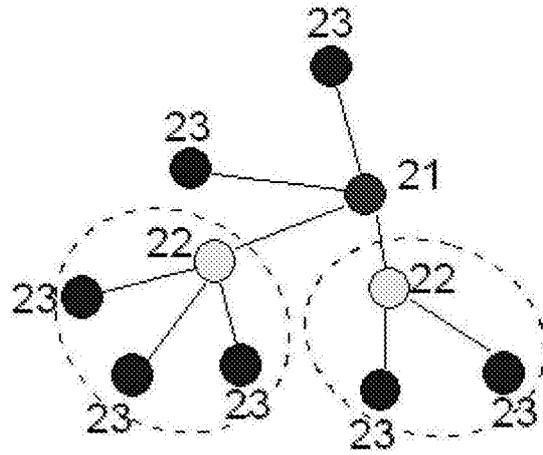


图 4

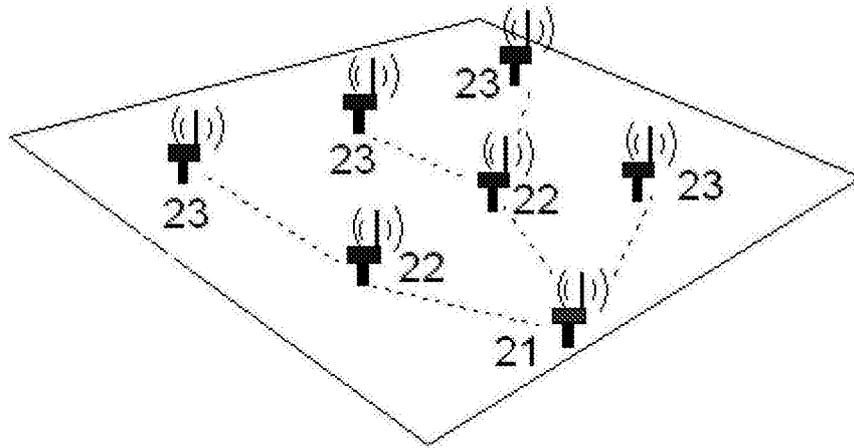


图 5

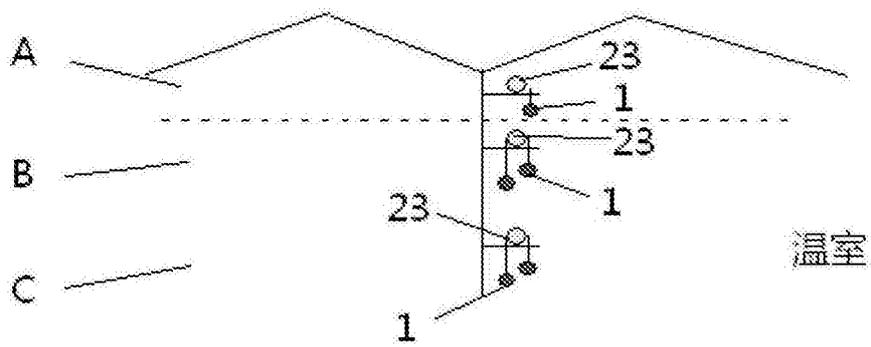


图 6

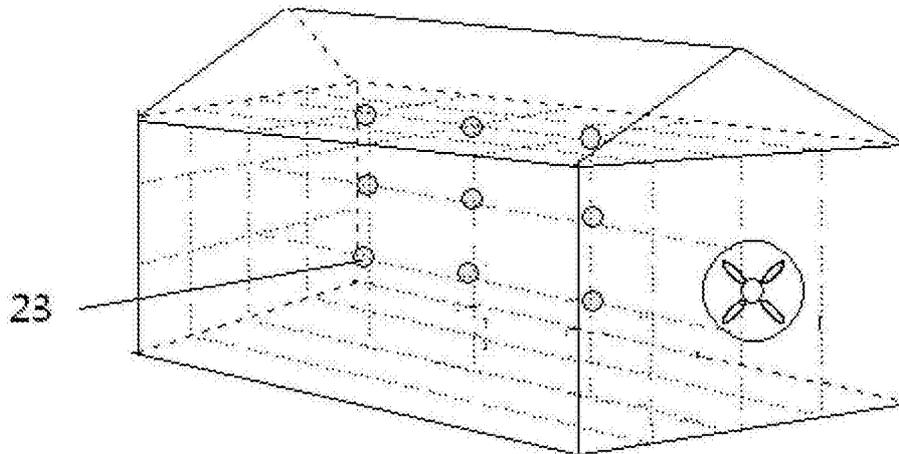


图 7

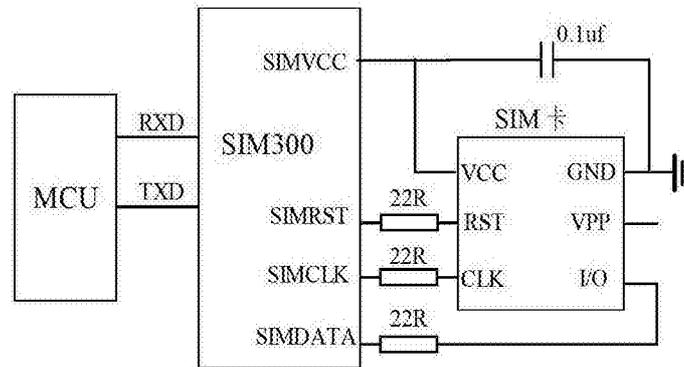


图 8

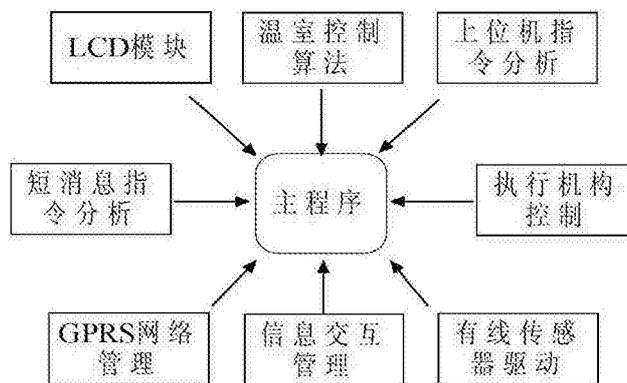


图 9

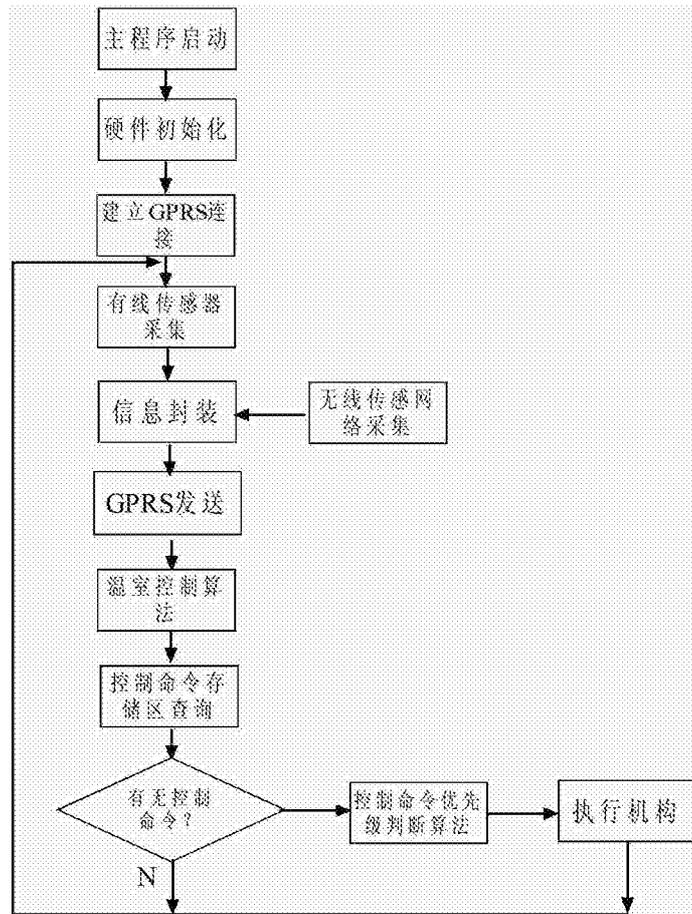


图 10

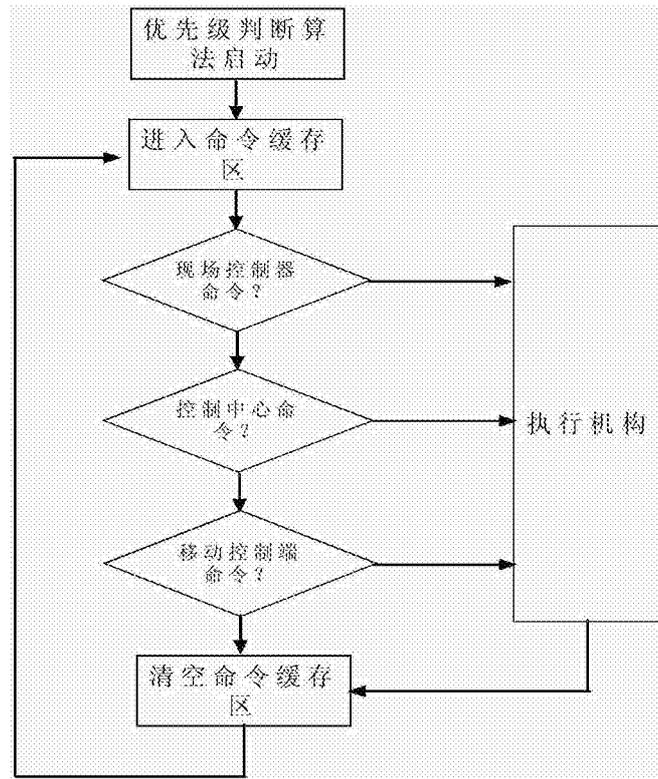


图 11