



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102411388 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201110260856. 9

CN 102012698 A, 2011. 04. 13, 全文.

(22) 申请日 2011. 09. 05

CN 201716605 U, 2011. 01. 19, 全文.

(73) 专利权人 西北农林科技大学

WO 2005041633 A2, 2005. 05. 12, 全文.

地址 712100 陕西省西安市杨凌示范区邠城
路 3 号

审查员 郝博

(72) 发明人 张海辉 胡瑾 吴婷婷 张佐经
刘典 翟长远 樊宏攀 代建国(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

代理人 刘国智

(51) Int. Cl.

G05D 27/02 (2006. 01)

A01G 9/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101770245 A, 2010. 07. 07, 全文.

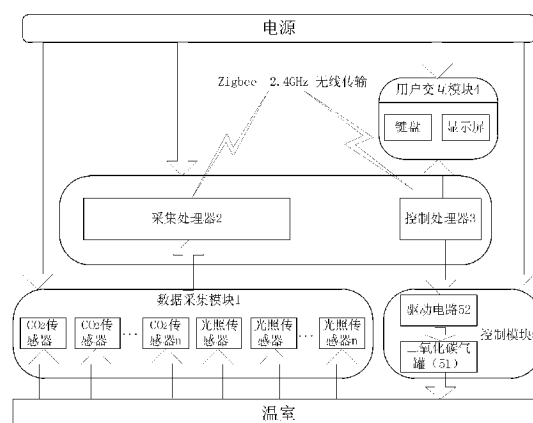
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统及
方法

(57) 摘要

温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统及方法, 包括实现对温室二氧化碳浓度和光照强度实时采集的数据采集模块, 对采集数据进行初步处理的采集处理器, 管理不同作物不同生长阶段光合作用所需光照强度和二氧化碳范围的控制处理器, 控制处理器判断光照强度实时采集值是否属于所需光照强度范围, 计算二氧化碳实时采集值与当前阶段合理范围的差值, 通过输出的控制信号由驱动电路控制二氧化碳气罐的电磁阀, 从而实现对二氧化碳浓度的精准调控, 本发明支持光照强度敏感、分阶段调控、实时监测、无线传输、自动控制等功能, 具有成本低、操作简单、应用范围广的优点。



1. 温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,包括数据采集模块(1),实现对温室内二氧化碳浓度与光照强度的实时采集;采集处理器(2),将采集到的数据信息进行模数转换后发送,其数据输入端连接所述数据采集模块(1)的数据输出端;

控制处理器(3),接收采集处理器(2)发送的数据,转换为高低电平输出,控制处理器(3)的数据输出端连接用户交互模块(4),用户交互模块(4)包括键盘和显示屏;

控制模块(5),包括二氧化碳气罐(51)及其驱动电路(52),驱动电路(52)包括光耦(U7)和固态继电器(U6),光耦(U7)的阴极连接控制处理器(3)的控制信号输出端,阳极通过第九电阻(R9)连接 3.3V 电压,发射极通过第十电阻(R10)连接到第一三极管(Q1)的基极,光耦(U7)的集电极通过第六电阻(R6)连接固态继电器(U6)的正输入端,光耦(U7)的集电极还连接第七电阻(R7),第七电阻(R7)的另一端连接发光二极管(DS3)的阳极,发光二极管(DS3)的阴极连接到固态继电器(U6)的负输入端和第一三极管(Q1)的集电极,固态继电器(U6)的两个输出端连接给二氧化碳气罐(51)的电磁阀供电的 220V 交流电信号,第一三极管(Q1)的发射极接地。

2. 根据权利要求 1 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,所述数据采集模块(1)为二氧化碳传感器模块 B530 和光照传感器模块 ISL29010。

3. 根据权利要求 1 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,所述采集处理器(2)和控制处理器(3)都为射频集成电路芯片 CC2430,采集处理器(2)的 P0.0、P0.1、P0.2 和 P0.3 脚为数据采集模块(1)的数据输入端口,采集处理器(2)通过芯片自带的射频端口发送二氧化碳浓度和光照强度数据信息,控制处理器(3)通过芯片自带的射频端口接收采集处理器(2)发送的数据,控制处理器(3)的 P0.7 脚连接光耦(U7)的阴极,P0.4、P0.5 和 P0.6 脚为键盘控制端,P1 口作为数据输出端与显示屏相连。

4. 根据权利要求 3 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,所述的数据采集模块(1)为两组二氧化碳传感器模块 B530 和一组光照传感器模块 ISL29010,二氧化碳传感器模块 B530 的数据输出端分别连接采集处理器(2)的 P0.0、P0.1 脚,光照传感器模块 ISL29010 连接采集处理器(2)的 P0.2 和 P0.3 脚。

5. 根据权利要求 3 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,所述采集处理器(2)的射频端口连接天线,控制处理器(3)的射频端口连接天线。

6. 根据权利要求 3 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,其特征在于,所述控制处理器(3)管理作物不同生长阶段光合作用所需光照强度和二氧化碳范围参数,用户通过用户交互模块(4)可调整作物类型和各阶段预设参数。

7. 利用权利要求 1 所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统的调控方法,其特征在于,在控制处理器(3)中设置作物各个生长阶段所需光强与二氧化碳浓度的阈值范围,当所述控制处理器(3)接收到采集处理器(2)发送的数据后,先判断光照强度实时采集值是否属于当前生长阶段预设光照强度范围,

如果不在该光照强度范围,则不做处理;

如果在该光照强度范围之内,则将二氧化碳浓度实时采集值与当前阶段二氧化碳浓度阈值范围进行比较,如果小于所设二氧化碳浓度阈值范围的下限值,则输出控制信号通过驱动电路(52)打开二氧化碳气罐(51);如果大于所设二氧化碳浓度阈值范围的上限值,则

输出报警信号,如果在所设二氧化碳浓度阈值范围内,则不做处理。

温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于农业现代化领域,涉及对温室环境的调控,具体涉及一种温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统及方法。

背景技术

[0002] CO_2 是绿色植物进行光合作用的主要原料之一,植物每生成 100g 干物质,需要吸收 150g CO_2 。温室大棚栽培使作物长期处于相对密闭的场所中,棚内 CO_2 浓度一天内变化很大,日出前达到最大值 1%~1.2%,日出后 2.5~3h 降为 0.1%左右,仅为大气中 CO_2 浓度(0.33%)的 30%左右,而且一直维持到午后 2 小时才开始回升,到下午 4 时左右恢复到大气水平,作物需 CO_2 浓度一般为 1%~1.5%。 CO_2 的浓度过低,叶片的光合作用基本停止,严重阻碍了作物的生长,必须通过增施 CO_2 来补充棚内该气体的不足。但 CO_2 浓度过高,又引起蔬菜作物叶片卷曲,影响作物对氧气的吸收,不能进行正常的呼吸代谢作用,使棚内温度迅速升高,引起蔬菜作物的高温危害。因此如何有效调控温室内 CO_2 浓度就成为温室栽种的一个重要问题。另外,光照强度是影响光合作用和 CO_2 利用效率的关键因子,当光照度不足时,光合作用效率低下,过度 CO_2 补充将导致 CO_2 浓度过高。因此,高效 CO_2 调控需要实时监测光照度,并判断光照度是否满足光合作用需求,由此辅助决策 CO_2 补充控制。

[0003] 国外的温室 CO_2 浓度调控设施已经发展到比较完备的程度,并形成了一定的标准,但是价格非常昂贵,而且缺乏与我国气候特点相适应的测控软件。而当今国内大多数对温室大棚 CO_2 浓度的监测与控制都采用人工管理,存在测控精度低、劳动强度大以及由于测控不及时造成不可弥补的损失等弊端。少数采用自动调控的 CO_2 浓度监控设备未考虑光照度影响,且采用有线的方式传输数据,布线复杂,增加了成本,而且降低了设备的灵活性和可靠性。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统及方法,支持无线传输、实时监测、自动控制等功能,具有成本低、操作简单、应用范围广的优点。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,包括

[0007] 数据采集模块 1,实现对温室内二氧化碳浓度与光照强度的实时采集;

[0008] 采集处理器 2,将采集到的数据信息进行模数转换后经发送,其数据输入端连接所述数据采集模块 1 的数据输出端;

[0009] 控制处理器 3,接收采集处理器 2 发送的数据,转换为高低电平输出,控制处理器 3 的数据输出端连接用户交互模块 4,用户交互模块 4 包括键盘和显示屏;

[0010] 控制模块 5,包括二氧化碳气罐 51 及其驱动电路 52,驱动电路 52 包括光耦 U7 和固态继电器 U6,光耦 U7 的阴极连接控制处理器 3 的控制信号输出端,阳极通过第九电阻 R9

连接 3.3V 电压,发射极通过第十电阻 R10 连接到第一三极管 Q1 的基极,光耦 U7 的集电极通过第六电阻 R6 连接固态继电器 U6 的正输入端,光耦 U7 的集电极还连接第七电阻 R7,第七电阻 R7 的另一端连接发光二极管 DS3 的阳极,发光二极管 DS3 的阴极连接到固态继电器 U6 的负输入端和第一三极管 Q1 的集电极,固态继电器 U6 的两个输出端连接给二氧化碳气罐 51 的电磁阀供电的 220V 交流电信号。

[0011] 所述数据采集模块 1 为二氧化碳传感器模块 B530 和光照传感器模块 ISL29010。

[0012] 所述采集处理器 2 和控制处理器 3 都为射频集成电路芯片 CC2430,采集处理器 2 的 P0.0、P0.1、P0.2 和 P0.3 脚为数据采集模块 1 的数据输入端口,采集处理器 2 通过芯片自带的射频端口发送二氧化碳浓度和光照强度数据信息,控制处理器 3 通过芯片自带的射频端口接收采集处理器 2 发送的数据,控制处理器 3 的 P0.7 脚连接光耦 U7 的阴极,P0.4、P0.5 和 P0.6 脚为键盘控制端,P1 口作为数据输出端与显示屏相连。

[0013] 所述数据采集模块 1 为两组二氧化碳传感器模块 B530 和一组光照传感器模块 ISL29010,二氧化碳传感器模块 B530 的数据输出端分别连接采集处理器 2 的 P0.0、P0.1 脚,光照传感器模块 ISL29010 连接采集处理器 2 的 P0.2 和 P0.3 脚。

[0014] 所述采集处理器 2 的射频端口连接天线,控制处理器 3 的射频端口连接天线。

[0015] 所述控制处理器 3 管理作物不同生长阶段光合作用所需光照强度和二氧化碳范围参数,用户通过用户交互模块 4 可调整作物类型和各阶段预设参数。

[0016] 利用所述的温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统的调控方法,在控制处理器 3 中设置作物各个生长阶段所需光强与二氧化碳浓度的阈值范围,当所述控制处理器 3 接收到采集处理器 2 发送的数据后,先判断光照强度实时采集值是否属于当前生长阶段预设光照强度范围,

[0017] 如果不在该光照强度范围,则不做处理;

[0018] 如果在该光照强度范围之内,则将二氧化碳浓度实时采集值与当前阶段二氧化碳浓度阈值范围进行比较,如果小于所设二氧化碳浓度阈值范围的下限值,则输出控制信号通过驱动电路 52 打开二氧化碳气罐 51;如果大于所设二氧化碳浓度阈值范围的上限值,则输出报警信号,如果在所设二氧化碳浓度阈值范围内,则不做处理。

[0019] 本发明与现有技术相比,具有以下优点:

[0020] 1) 本发明实现了温室大棚内 CO₂ 浓度的实时采集与精准调控,同时考虑了光照强度影响,采集样本大,浓度控制精确度高。

[0021] 2) 本发明管理了作物不同生长阶段 CO₂ 浓度和光照强度的范围信息,可实现不同阶段目标参数自动调整,具有良好适应性。

[0022] 3) 本发明采用 ZigBee 技术实现了采集数据的无线传输,克服了有线数据传输中布线的诸多不便,且具有功耗低、传输速率大等优点。

[0023] 4) 本发明成本低廉、操作简单、维护方便,适合应用在我国以小家庭为主的农业生产模式下的温室大棚。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明系统的整体框图。

[0025] 图 2 是本发明采用射频集成电路芯片 CC2430 的控制处理器的外围电路图。

[0026] 图 3 是本发明二氧化碳气罐驱动电路原理图。

[0027] 图 4 是本发明的数据采集发送工作流程图。

[0028] 图 5 是本发明的数据控制工作流程图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0030] 如图 1 所示,本发明为温室大棚内二氧化碳浓度的精准调控系统,包括

[0031] 数据采集模块 1,选用二氧化碳传感器模块 B530 和光照传感器模块 ISL29010, B530 的测量范围在 0 到 10%,输出电压 0.5 到 4.5V,具有线性特性好、灵敏度高的特点,能够实现对温室内二氧化碳浓度的实时采集,完成物理量的电信号转化,传感器模块 B530 的数量可根据温室面积来选择,一般地,应该在温室大棚内部有代表性的区域设置,比如作物种植区的中间位置和两端位置;ISL29010 是高度精确的传感器,可以对环境光线的值进行测量和数字化,然后允许通过一个标准的 I²C 接口访问这些信息,可以通过 I²C 接口由软件控制断电模式,从而把功率消耗减少到少于 1 微安。它的运行电压为 2.5V 到 3V,并且只需提供 250 微安的电流,内置了 15 位的符号 ADC,可以在交流周期噪音存在的情况下,来转换小电流信号。

[0032] 采集处理器 2,其数据输入端连接所述数据采集模块 1 的数据输出端;

[0033] 控制处理器 3,其数据输入端接收采集处理器 2 发送的数据,控制处理器 3 的数据输出端连接用户交互模块 4,用户交互模块 4 包括键盘和显示屏;

[0034] 控制模块 5,包括二氧化碳气罐 51 及其驱动电路 52,控制处理器 3 的控制信号通过驱动电路 52 来控制二氧化碳气罐 51 电磁阀的启闭,实现二氧化碳的精准调控。

[0035] 如图 2 所示,为采集处理器 2 的外围电路图,其为各部分电路提供电压的引脚按照手册连接,其中,P0.0、P0.1、P0.2 和 P0.3 脚为数据采集模块 1 的数据输入端口,二氧化碳传感器模块 B530 的数据输出端分别连接采集处理器 2 的 P0.0、P0.1 脚,光照传感器模块 ISL29010 连接采集处理器 2 的 P0.2 和 P0.3 脚。复位引脚通过第十三电阻 R13 连接到电源,AVDD1 ~ AVDD12 连接到一起,同时与 RREG_OUT 引脚连接,RREG_OUT 引脚通过多个并联的电容接地,RBISA1 引脚通过偏置电阻 R14 接地,RBISA2 引脚通过偏置电阻 R15 接地,XOSC_Q2 引脚和 XOSC_Q1 引脚之间连接第二晶振 X2,XOSC_Q2 引脚和 XOSC_Q1 引脚还各自通过电容接地,P2.4/XOSC_Q2 引脚和 P2.4/XOSC_Q1 引脚之间连接第一晶振 X1,P2.4/XOSC_Q2 引脚和 P2.4/XOSC_Q1 引脚还各自通过电容接地,RF_N 引脚通过第一电感 L1 连接第六电容 C6,第六电容 C6 的另一端连接发射天线,TXRX_SWITCH 引脚与 RF_N 引脚之间连接有第三电感 L3,RF_P 引脚与 RF_N 引脚之间连接有第二电感 L2,第三电感 L3 同时还接在 RF_P 引脚与 TXRX_SWITCH 引脚之间。

[0036] 控制处理器的外围电路与采集处理器的外围电路基本相同,增加了与用户交互模块 4 的连接,其中 P0.4、P0.5 和 P0.6 脚为键盘控制端,P1 口作为数据输出端与显示屏相连,天线的连接方式相同,作用为接收。

[0037] 如图 3 所示,为本发明二氧化碳气罐驱动电路 52 的原理图,驱动电路 52 包括光耦 U7 和固态继电器 U6,光耦 U7 的阴极连接控制处理器 3 的控制信号输出端,阳极通过第九电阻 R9 连接 3.3V 电压,发射极通过第十电阻 R10 连接到第一三极管 Q1 的基极,光耦 U7 的集

电极通过第六电阻 R6 连接固态继电器 U6 的正输入端,光耦 U7 的集电极还连接第七电阻 R7,第七电阻 R7 的另一端连接发光二极管 DS3 的阳极,发光二极管 DS3 的阴极连接到固态继电器 U6 的负输入端和第一三极管 Q1 的集电极,固态继电器 U6 的两个输出端连接给二氧化碳气罐 51 的电磁阀供电的 220V 交流电信号。

[0038] 控制处理器 3 根据接收到的实时监测数据,当光照强度不符合当前阶段合理的光照强度范围,则不做后续处理。当光照强度符合当前阶段合理的光照强度范围,则将当前二氧化碳浓度与预先设定的阈值比较,若接收数据低于所设下限阈值,控制处理器 3 将 P0.7 口置于低电平,使光耦 U7 导通,进而使固态继电器 U6 导通打开二氧化碳气罐 51;当接收的数据在所设阈值范围之内时,控制模块 5 不工作;当控制模块 5 工作时,直到监测的数据达到所设阈值的上限,控制处理器 3 才将 P0.7 口置于高电平,使光耦 U7 截止,进而使固态继电器 U6 断开关闭二氧化碳气罐 51。使用光电耦合器有效地降低了外界的干扰对系统的影响,增强了系统的稳定性,这样就可以使二氧化碳气罐 51 有目的的开关,减小了电能消耗并减少了很大的了人力;如果当前二氧化碳浓度大于所设二氧化碳阈值范围的上限值,则输出报警信号,通过控制处理器 3 外接的蜂鸣器或者 LED 灯进行报警,防止二氧化碳浓度过大危害温室大棚内工作人员的安全。

[0039] 同时,由于温室内部情况复杂,本系统专门设置了用户交互模块 4,与控制处理器 3 的数据输出端连接,此模块由键盘输入子模块和 LCD 显示子模块两部分组成。控制处理器 3 管理作物不同生长阶段光合作用所需光照强度和二氧化碳范围参数,用户可在不同情况下,设置不同作物不同阶段的二氧化碳浓度和光照强度需求范围,通过键盘完成阈值等参数设定,LCD 显示子模块可便于用户观察当前状态。

[0040] 另外,由于二氧化碳传感器模块 B530 的工作电压为直流 9V 到 18V,CC2430 芯片需要 3.3V,控制用继电器模块需要用 5V 供电,因此本发明需提供 12V、5V、3.3V 三种工作电压。采用 12V 直流输入电源适配器供电,12V 电压经 LM7812CT 稳压后,为二氧化碳传感器模块 B530 供电。再由降压芯片 LM2596 降压得到 5V 电压,再经 TPS79533 降压后得到 3.3V 电压,为 CC2430 核心电路供电。应用隔离电压为 1000VDC 5V-5V 的隔离型电源模块进行电源隔离,输出电压为驱动电路 52 供电。5V-5V 隔离型电源模块实现 CC2430 核心电路与输出驱动电路在电源上的隔离,从而隔绝强电干扰由输出驱动电路导入到温室智能控制器内部,对整个系统产生不良影响,整个供电系统稳定可靠。

[0041] 本发明针对不同农作物及其不同发育期,可预先通过用户交互模块 4 输入相关参数,使得二氧化碳达到预期的标准,达到精准调控温室大棚中二氧化碳浓度的目的,灵活适用于多种场合。用户交互模块 4 由键盘输入子模块和显示屏子模块两部分组成,其中键盘输入子模块采用独立式键盘,由复位键、模式键、OK 键、加一键、减一键、左键、右键组成,完成二氧化碳浓度和光照强度上下限值的设定,显示屏子模块采用液晶屏 OCM12864 来显示采集的二氧化碳浓度和光照强度的相关信息。其中控制处理器 3 的 P1.0、P1.3、P1.5 与移位寄存器 74HC595 相连,寄存器的输出口与液晶屏数据口 (DB0-DB7) 连接作为数据输入,再通过软件模拟 OCM12864 的时序,实现实时数据的查询与显示。

[0042] 如图 4 所示,为本发明的数据采集发送工作流程图,开机初始化后首先调用 ZigBee 传输模块组网传输协议程序,查询网络寻找路由进行自组网,实现该节点的信号加入无线传感器网络,如果加入成功则进行数据采集,否则继续加载网络直到加入为止;基于

成功采集到的电信号,根据解析函数对信号进行解析,并针对系统 ZigBee 协议下的数据编码方式进行编码;最终通过自组网转发机制实现基于 ZigBee 协议下监测数据编码向控制设备的数据发送。

[0043] 如图 5 所示,是本发明的数据控制工作流程图,有别于采集发送系统,控制处理系统工作首先运行阈值设置模块完成可控模块开闭门限的设置,进行系统初始化;调用 ZigBee 组网传输协议,寻找路由进行自组网,实现该节点信息加入无线传感器网络,如果加入成功,则进行数据接收请求,否则继续加载网络直到加入为止;已加入网络的控制设备,基于无线传感器网络接收监测节点发出的信息编码,如接收失败则采用重发机制再次调用接收程序;针对接收的数据进行解码、解析,并完成阈值比较,实现对可控设备的控制,完成对温室 CO₂ 浓度的智能精准控制。

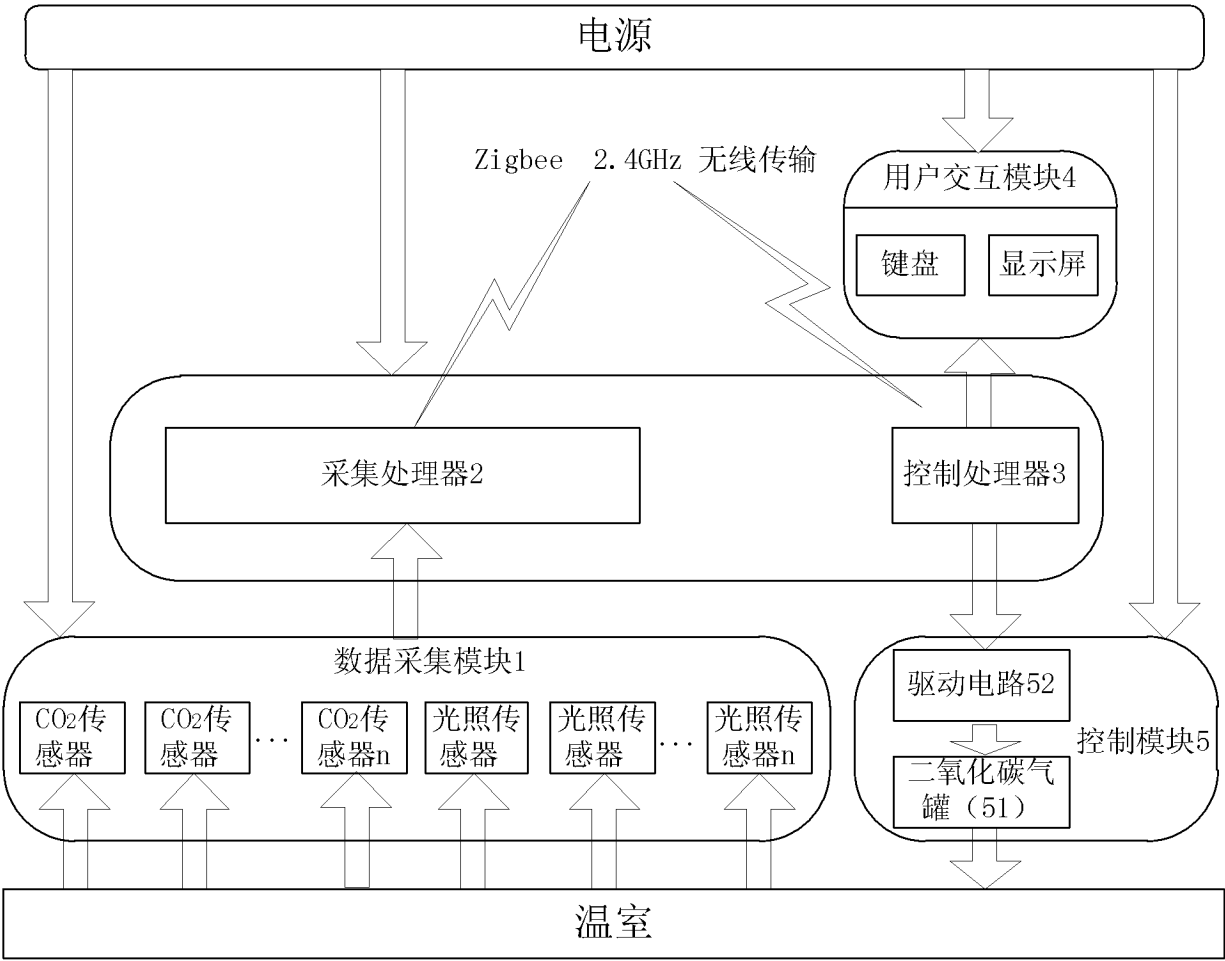


图 1

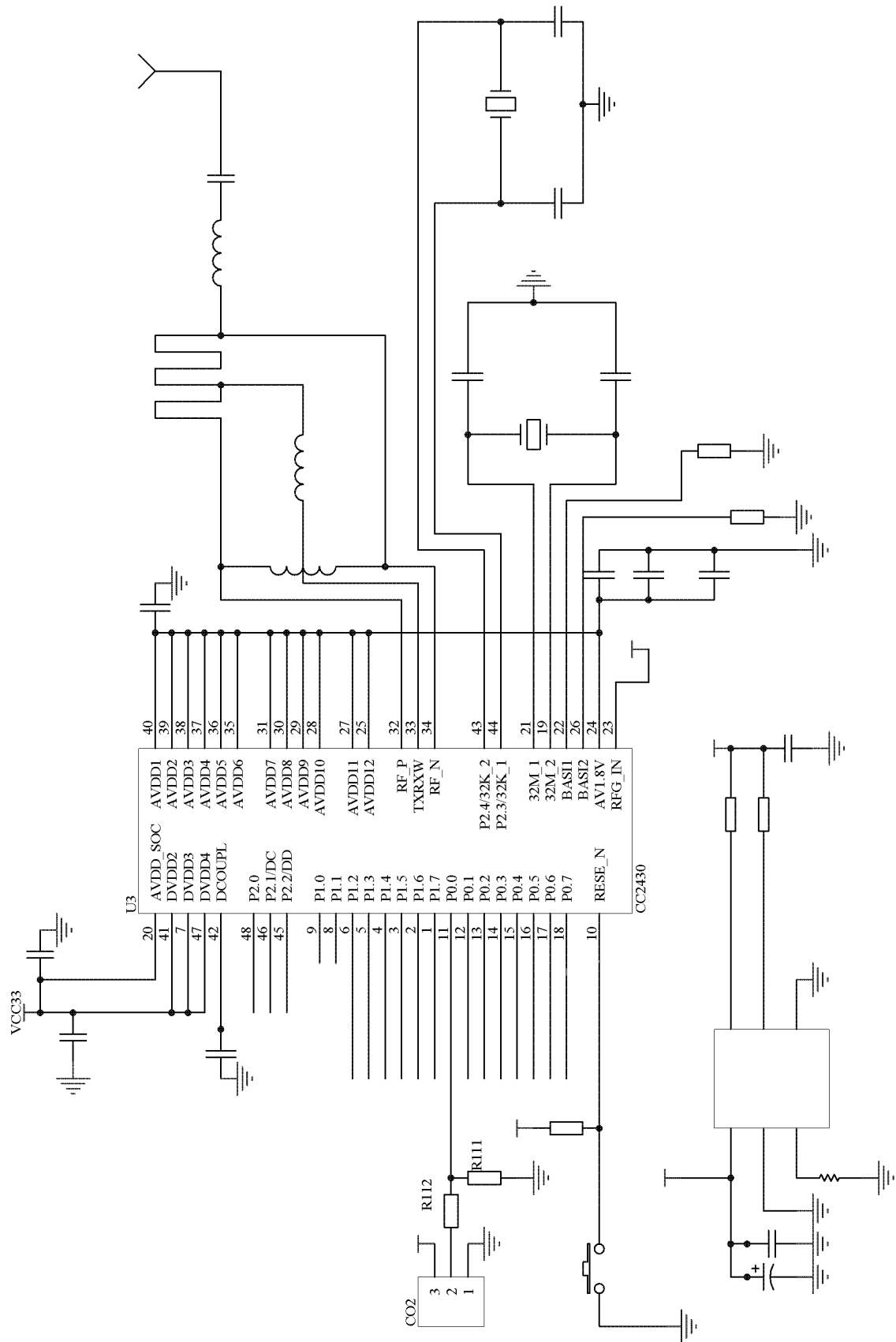


图 2

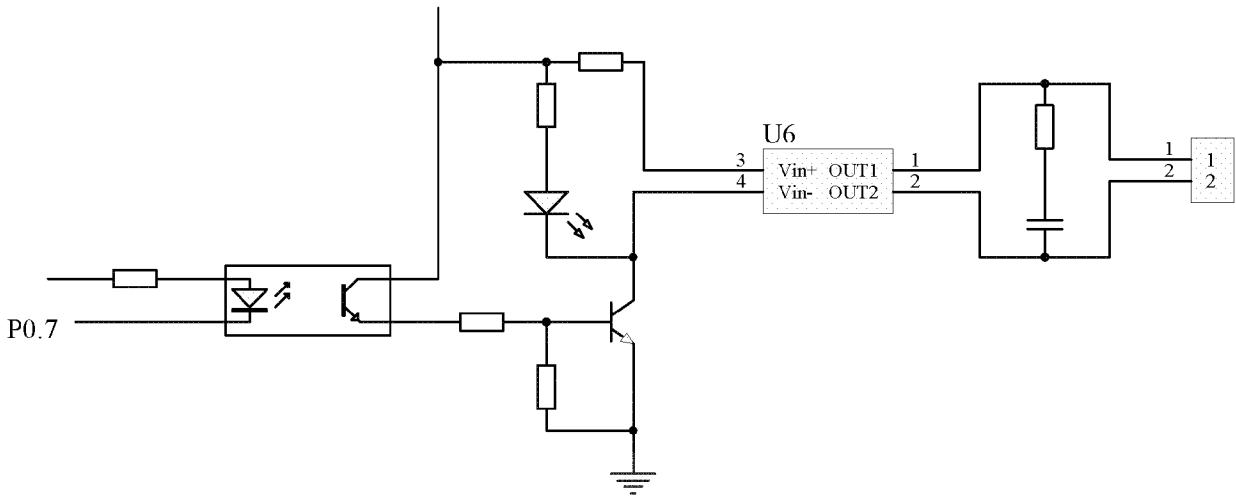


图 3

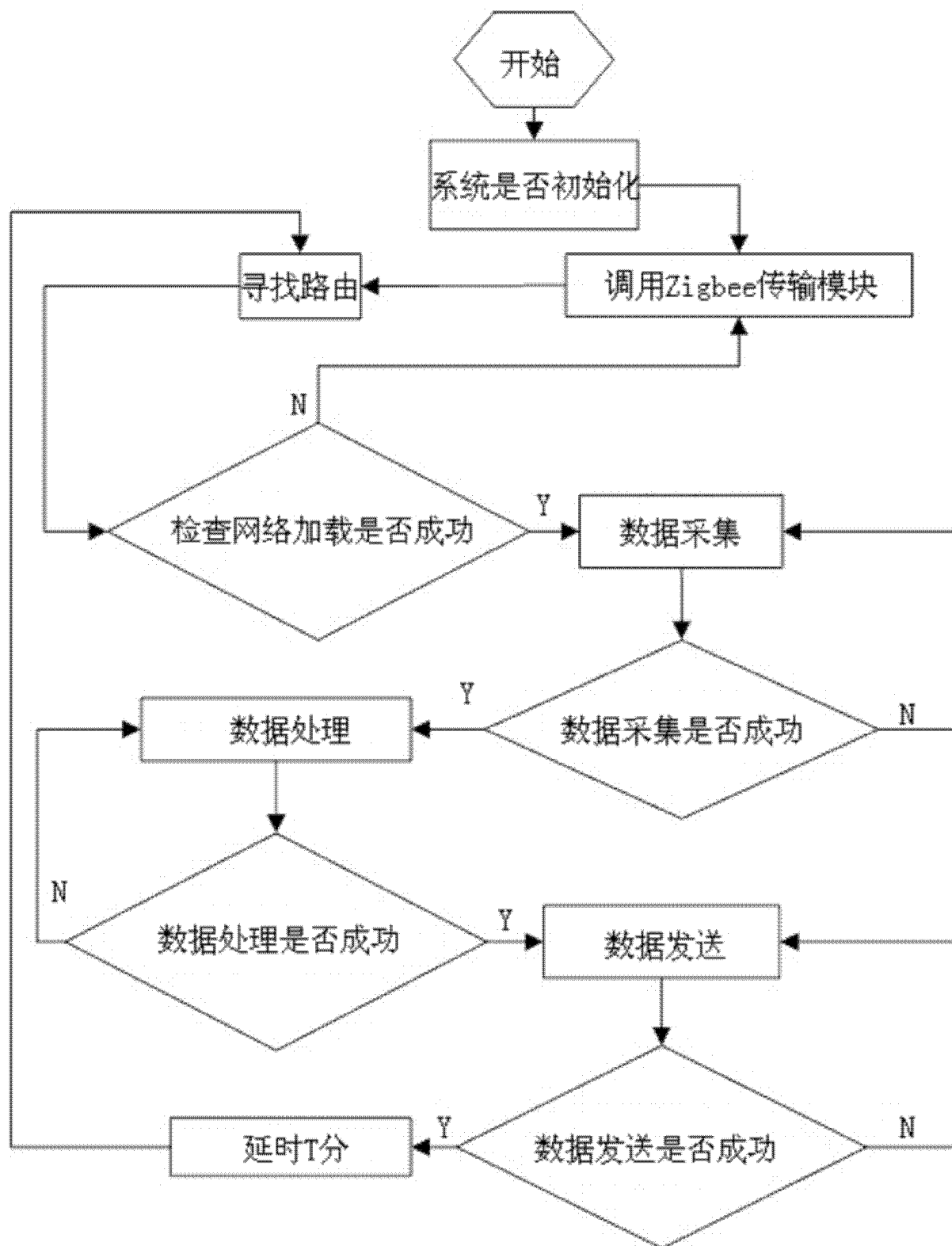


图 4

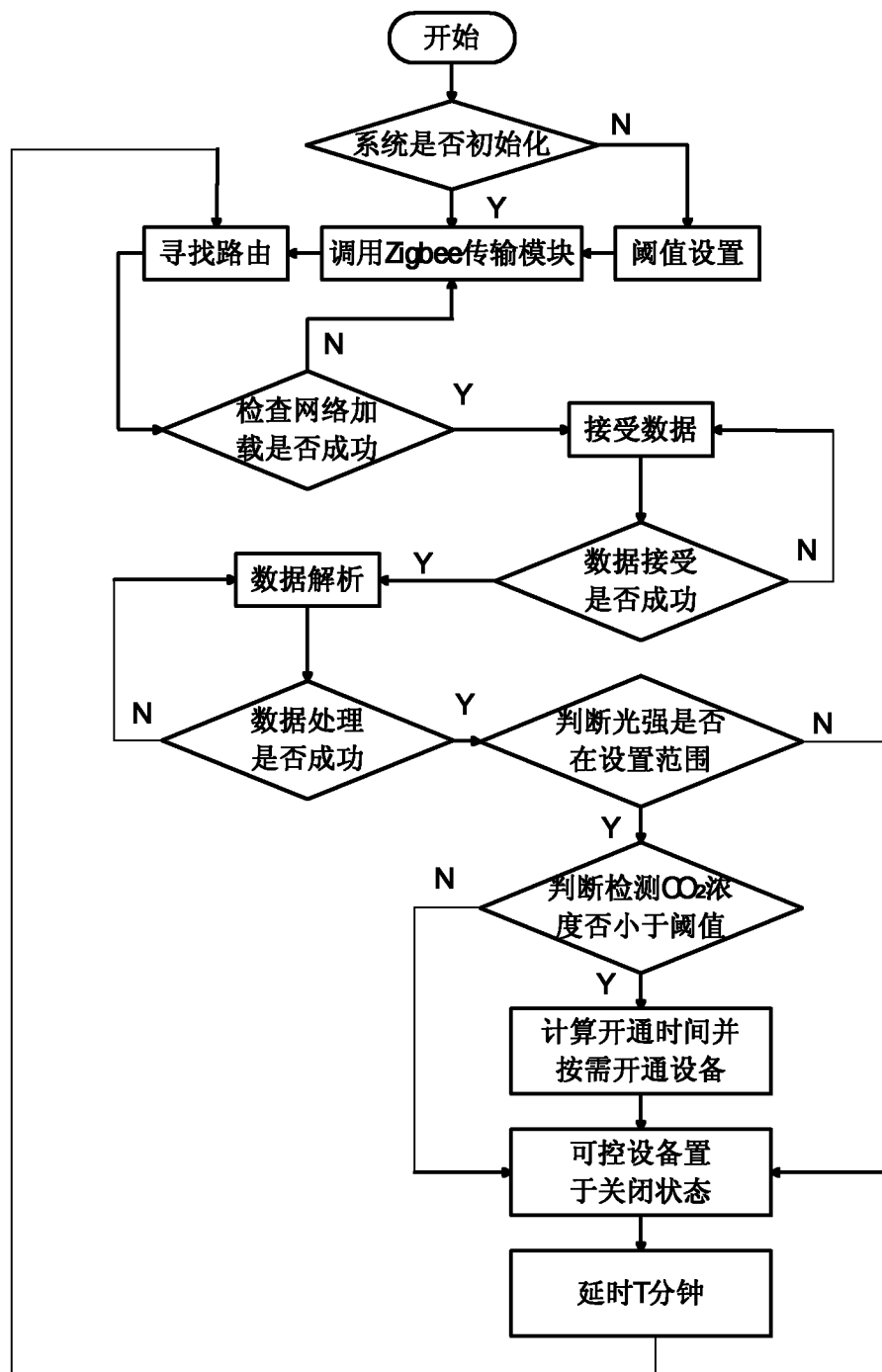


图 5