

闫 丽, 韦春波. 寒区奶牛牛舍无线监测系统研究[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(5): 358–361.

# 寒区奶牛牛舍无线监测系统研究

闫 丽<sup>1,2</sup>, 韦春波<sup>3</sup>

(1. 黑龙江八一农垦大学信息技术学院, 黑龙江大庆 163319; 2. 南京农业大学工学院, 江苏南京 210031;

3. 黑龙江八一农垦大学动物科技学院, 黑龙江大庆 163319)

**摘要:**针对寒区气候特点和奶牛的生活习性, 研制了一套牛舍环境的无线监测系统, 基于无线网络技术 ZigBee 和 GPRS 实现了对奶牛舍内环境参数和图像的全方位监测及奶牛生活状态的视频记录, 其中网络的叶子节点为环境传感器节点和图像传感器节点, 节点布局随意, 网络结构灵活。

**关键词:**寒区; ZigBee; GPRS; 图像采集; 环境数据采集

**中图分类号:** TP274<sup>+</sup>.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002–1302(2014)05–0358–03

寒区冬季寒冷, 夏季炎热, 气候干燥。奶牛常年生活在牛舍环境中, 对温度变化反应敏感, 适宜的温度有助于提高产奶量; 湿度通过水分蒸发影响牛体散热程度来调节牛体机能, 高湿环境易滋生各类病原微生物和各种寄生虫; 奶牛的瘤胃代谢或排泄物分解过程中产生大量有害气体, 浓度过高会降低奶牛的免疫力, 因此牛舍环境直接影响奶牛的健康和产奶性能<sup>[1–4]</sup>。现代化农业中环境监测系统的设计模式在不断改进, 从单片机模式、PLC 模式、现场总线模式发展到无线网络模式, 无线传感网络具有避免布线、低成本、微型化、低功率和适用于移动灵活目标的优点, 广泛应用于温室大棚的环境控制, 在鸡舍中也有一定应用<sup>[5–6]</sup>。图像的远程传输分为有线和无线 2 种方式, 前者在安全性和可靠性上都优于后者<sup>[7]</sup>, 图像无线传输方式能耗低、应用范围广, 易于扩展, 适用于畜舍内动物的视频监控<sup>[8]</sup>。本研究基于无线传感网络设计一个牛舍监测系统, 以实现奶牛成长环境和生活状态的实时监测, 包括环境数据、视频图像的采集及数据传输, 为提高动物福利及科学养殖提供数据基础。

## 1 无线网络技术

### 1.1 ZigBee 技术

ZigBee 技术是一种双向无线通讯技术, 支持设备间短距离、低功耗、低速率的数据传输<sup>[9]</sup>。ZigBee 使用免费开放的频段, 通讯距离从标准的 75 m 至无限扩展; 具有自组网功能, 在网络模块的通信范围内, 节点自动寻找邻近节点, 形成一个互联互通的 ZigBee 网络; 支持多级休眠和唤醒模式, 最大限度降低功耗; 具备中继路由和终端设备功能, 节点类型灵活, 便于设置为中心节点、路由节点和终端节点。本研究选用 Ti–Chipcon 公司的 CC2430 芯片作为传感器节点的通讯模块, CC2430 芯片整合了 ZigBee 射频前端、ROM 和 8051 微控制器, 工作在 2.4 GHz ISM 波段。

收稿日期: 2013–09–25

基金项目: 国家现代奶业发展科技工程(编号: 2012BAD12B05–4)。

作者简介: 闫 丽(1979–), 女, 吉林梨树人, 博士研究生, 讲师, 主要从事动物福利和信息农业技术研究。E–mail: bynd\_yanli@163.com。

### 1.2 GPRS 网络

GPRS 是通用分组无线业务的简称。它是在现有的 GSM 移动通信系统基础上发展起来的一种移动分组数据业务, 通过 GSM 网络的 TDMA 信道提供中速的数据传递<sup>[10]</sup>。GPRS 模块选用 SIEMENS 公司的 MC55, 不仅具有通话、短信、电话簿等 GSM 模块的功能、无线 MODEM 的 GPRS 连接功能, 而且支持 TCP/IP 协议栈接入 Internet。

本系统中采用 ZigBee 技术组建牛舍内的无线传感器网络, 利用 GPRS 技术实现牛舍与远程监控中心的数据通信。

## 2 系统的体系结构

奶牛牛舍无线监控网络由 ZigBee 网络、GPRS 网络和监测中心组成(图 1)。传感器节点作为 ZigBee 网络中的数据源, 包括环境传感器节点和图像传感器节点。环境传感器节点分布在牛舍的不同区域和位置, 节点上配有温湿度传感器、光强传感器、气压传感器、CO<sub>2</sub> 传感器、CH<sub>4</sub> 传感器、NH<sub>3</sub> 传感器中的一个或几个, 实现对环境参数的采集。图像传感器节点通过 CMOS 摄像头采集牛舍的环境图像和奶牛生长图像。路由节点负责路由和转发环境数据和图像数据。协调器节点汇聚来自传感器节点或路由节点的数据, 并通过 GPRS 网络发送给监测中心。

## 3 系统设计

### 3.1 ZigBee 网络设计

**3.1.1 环境传感器节点** 环境传感器节点(简称环境节点)主要由温度、湿度、光照和有害气体等多路传感器采集模块、信号调理模块、无线收发模块和电源组成。传感器节点构造如图 2–a 所示, 其中温度传感器选择 DS18B20, 湿度传感器选择 HS1101, 选用高速、可编程芯片 TSL2561 作为光强传感器, 对光照强度进行测量; CO<sub>2</sub> 浓度传感器选用美国 FIGARO 公司生产的 TGS4160, NH<sub>3</sub> 传感器选择的型号为 NH<sub>3</sub> 3E100, 硫化氢传感器选择 H2S/M–100; 信号调理模块负责将模拟信号变换为用于数据采集、控制过程、执行计算显示读出的数字信号; 无线收发模块选用 CC2430, 芯片上整合了 ZigBee 射频前端、内存和 8051 微控制器。传感器节点的直线无障碍传输距离为 30~40 m, 有障碍时只有 10 m<sup>[11]</sup>, 受到 CC2430 传输

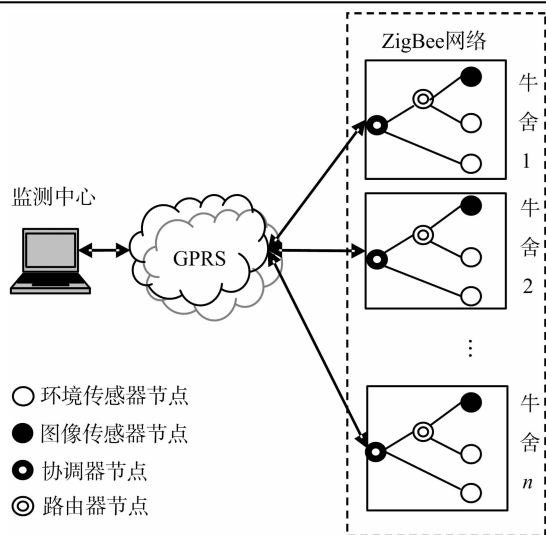


图1 无线监测系统的体系结构

距离的限制,需在天线前端增加功率放大器。传感器节点放置在牛舍非固定位置,其工作模式包括工作和休眠2种状态,

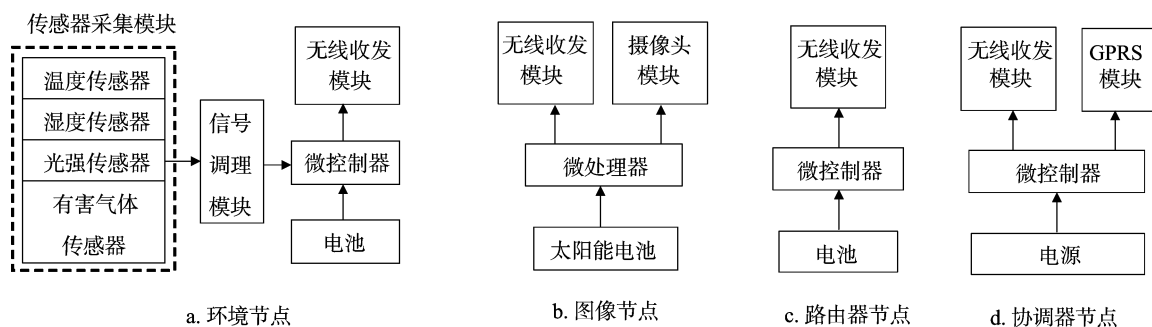


图2 无线监测系统各节点构造

### 3.2 系统软件设计

3.2.1 下位机软件设计 下位机软件采用C语言编写,传感器节点和协调器节点的工作流程如图3所示。传感器节点采集牛舍的环境数据和图像数据,在无线监测系统中,信息的传递采用请求响应的方式,传感器节点作为请求节点,初始时请求加入协调器节点建立的新网络,加入成功后进入休眠状态,需要发送数据时,传感器节点向协调器节点发送中断请求,协调器节点接收中断请求并激活传感器节点,传感器节点采集数据并发送数据包给协调器节点,协调器接收数据,将数据通过串口发送给GPRS模块,GPRS模块将数据发送给监测中心。

3.2.2 上位机软件设计 上位机软件采用C#编写,运行在PC机上,提供每个监测点的实时测量值,包括温湿度、有害气体浓度、光照度和大气压强等参数,并将采集的数据存储在数据库中;根据采集频率,计算出各个参数每小时的平均数值,显示24h历史数据变化曲线,总结变化规律;播放牛舍和奶牛生长的实时视频,软件界面如图4所示。

### 3.3 通信协议

各节点的数据帧包括帧头、帧主体和帧尾(表1)。帧头部分以0XFC和0XAD双字节作为起始标志,以0XED作为帧尾的终止字节,帧主体由长度、地址、数量和数据4部分组

休眠状态可以有效降低电源功耗,适宜选用电池作为供电电源。

3.1.2 图像传感器节点 图像传感器节点(简称图像节点)由微处理器、无线收发模块、摄像头模块和电源4部分组成,其中微处理器选取ARM系列S3C2410最小系统板,可支持图像采集、压缩、编码和分组等操作,CMOS摄像头OV7620采集图像数据通过USB接口发送给微处理器,考虑到摄像头的工作电压,采用太阳能电池板作为该节点电源,结构如图2-b。

3.1.3 路由器节点 路由节点可有效增加无线传感器网络的工作距离,对角线距离小于等于传感器节点的传输距离可省略路由节点,当大于传输距离时须按实际距离增加路由节点数。路由器的节点构造如图2-c所示。与传感器节点模块不同,路由节点不包含传感器采集模块。

3.1.4 协调器节点 每个牛舍设置1个协调器节点,通常布置在牛舍中心位置。协调器节点由微控制器、CC2430模块、GPRS模块和电源组成。标准串口RS232实现模块间数据通信。协调器的节点构造如图2-d所示。其中GPRS模块选用西门子的MC55,电源采用稳压电源供电以保证电量充足。

成,其中环境节点的数据部分包括传感器采集模块采集来的若干个数据量,摄像头采集BMP数据经有损JPEG压缩生成JPEG格式,JPEG数据量较大须分组打包再传输,图像节点传输的数据部分为“分组号+图像数据包”。路由器节点的数据部分通过路由器连接的若干个传感器节点的数据帧主体封装而成。与协调器连接的节点有路由器和传感器2种,协调器的数据部分由连接节点的数据帧主体联接而成。

## 4 结论

结合ZigBee与GPRS技术,本研究设计了奶牛牛舍无线网络监控系统,具有低功耗、易扩展和移动灵活等特点。环境传感器记录奶牛生活环境参数,为进一步精准控制模型的搭建提供数据依据。图像节点负责采集奶牛的生活状态和舍内环境的视频数据,今后需进一步分析奶牛行为模型,建立环境参数与行为的关系提供影像信息,该系统可应用于其他畜舍,具有广泛的实用价值。

### 参考文献:

- [1]曹国弟,张孝清,赵恒寿. 舍饲环境对奶牛福利的影响[J]. 饲料研究,2010(12):71-73.

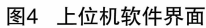
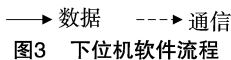


表1 各节点数据帧格式

| 节点    | 帧头        |      | 帧主体 |        |        |  |                  |     | 帧尾<br>0XED         |      |
|-------|-----------|------|-----|--------|--------|--|------------------|-----|--------------------|------|
|       | 0XFC      | 0XAD | 长度  | 地址     | 数量     | 数据                                     |                  |     |                    |      |
| 环境传感器 | 双字节作为起始标志 |      | 帧长度 | 环境节点地址 | 数据量数量  | 包括温度、湿度、光强、压强、氧气、二氧化碳、氨气和硫化氢中的 1-8 数据量 |                  |     |                    | 终止字节 |
| 图像传感器 |           |      |     | 图像节点地址 | 数据量数量  | 分组号 + 图像数据包                            |                  |     |                    |      |
| 路由器   |           |      |     | 路由器地址  | 传感器节点数 | Frame1                                 | Frame2           | ... | Frame $n$          |      |
|       |           |      |     |        |        | 传感器节点 1<br>数据帧主体                       | 传感器节点 2<br>数据帧主体 |     | 传感器节点 $n$<br>数据帧主体 |      |
| 协调器   |           |      |     | 协调器地址  | 连接节点数  | Frame1                                 | Frame2           | ... | Frame $n$          |      |
|       |           |      |     |        |        | 连接节点 1<br>数据帧主体                        | 连接节点 2<br>数据帧主体  |     | 连接节点 $n$<br>数据帧主体  |      |

王志春,吴承东,王春云,等. 塑料大棚内沼气燃烧增温和增加二氧化碳浓度的效应[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):361-362.

# 塑料大棚内沼气燃烧增温和增加二氧化碳浓度的效应

王志春, 吴承东, 王春云, 耿安红, 张 明, 赫明涛

(江苏沿海地区农业科学研究所新洋农业试验站,江苏盐城 224049)

**摘要:**研究了利用沼气燃烧对大棚增温时,棚内温度和二氧化碳浓度的变化规律,以及对几种蔬菜产量的影响。结果表明,点燃 8 盏沼气灯的大棚,棚内气温比无沼气增温大棚平均提高 4.4 ℃,在 06:00 左右时两者的差异最大,达 5.7 ℃。大棚内的 CO<sub>2</sub> 浓度明显升高的时间段为 07:00—09:00,在 08:00 左右时,沼气处理棚内的 CO<sub>2</sub> 浓度最高,达 2 200 μL/L,比对照棚内的 CO<sub>2</sub> 浓度增加了接近 3 倍,使棚内蔬菜产量显著提高。

**关键词:**沼气;二氧化碳;增温;大棚

**中图分类号:** S216.4

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2014)05-0361-02

我国沼气资源丰富,发展沼气也符合我国国情。随着国家“小型公益设施补助资金农村能源项目”和“国债资金农村沼气建设”项目的实施,极大地促进了沼气的发展,出现了许多沼气与设施农业结合的模式:温室蜜瓜与沼气、温室花卉与沼气、大棚瓜菜与沼气等,标志着农村沼气建设进入了一个新的发展阶段。冬季大棚气温低,特别是夜间气温过低,是影响冬季大棚蔬菜生产的主要因素。沼气中甲烷燃烧时可释放大量的热能,一般燃烧 1 m<sup>3</sup> 沼气可释放大约 23 kJ 的热量。利用沼气给大棚增温,是提高大棚气温的有效途径<sup>[1]</sup>。二氧化碳是作物生长所需的基本物质,作物吸收环境中的水和二氧化碳,通过光合作用形成生物产量,因此,二氧化碳是作物的主要碳素来源,也称“气肥”,在一定的浓度范围内,植物的光合作用随着二氧化碳浓度的提高而加强,合成的有机物也随之增加,农作物生物产量会明显提高。一般农作物生长适宜的二氧化碳浓度在 1 000 μL/L 左右,而空气中二氧化碳的浓度通常在 300 μL/L 左右,大棚里因作物的消耗,在光合作用旺盛期,二氧化碳浓度仅 200 μL/L 左右,这远远满足不了作物生长的需要,严重影响大棚作物的产量<sup>[2]</sup>。沼气中一般含有 30% ~ 35% 的二氧化碳,甲烷燃烧时也会产生二氧化碳,燃烧 1 m<sup>3</sup> 沼气可产生 0.975 m<sup>3</sup> 的二氧化碳,可以为大棚蔬菜生产提供充足的碳原料<sup>[3]</sup>。为了明确沼气增温和增加二氧化碳浓度对大棚蔬菜的影响,进行本研究,以期对沼

气、大棚配套使用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本试验在江苏沿海地区农业科学研究所新洋农业试验站试验基地进行,试验地土壤为脱盐沙壤土,土壤肥力中等。大棚沼气灯(DS/ZD3800-A)额定压力为 800 ~ 1 600 Pa,功率为 3 800 W,耗气量为 0.3 m<sup>3</sup>/h。蔬菜生产大棚,高 3.2 m,宽 8 m,棚长 22 m。所用沼气来源于 2 个 50 m<sup>3</sup> 的沼气池,该沼气池的主体位于棚内,可以实现冬季正常产气。对照大棚与试验棚完全一致,只是没有沼气。供试白菜品种为上海青,苋菜品种为一点红,生菜品种为绿冰,种子从市场购买。

### 1.2 试验设计

沼气灯悬挂在距地面 2 m 高度,棚内悬挂 8 盏,均匀分布。在大棚居中间位置放置温度记录仪,记录地表以上 0.5 m 处气温,在试验期间进行温度检测。在试验期间,采用红外二氧化碳分析仪测定棚内二氧化碳浓度,从 07:00 到 17:00,每隔 1 h 测定 1 次。大棚水肥、通风管理、植株栽培管理等操作按照常规进行。本试验设使用沼气(处理)和不使用沼气(对照)2 个处理。沼气处理在 2013 年 11 月 8 日至 2014 年 2 月 18 日期间,早上,当塑料大棚内温度低于 23 ℃ 时,开始利用沼气增温,当温度达到 25 ℃ 时,停止增温;下午,当塑料大棚内温度低于 23 ℃ 时,开始增温,增温到 23 ~ 30 ℃ 之间,以确保塑料大棚照射不到阳光时,温度保持在在 23 ℃ 以上;夜晚,当温度 ≤ 10 ℃ 时,开始利用沼气增温,当温度达到 15 ℃ 停止增温。对照除了不使用沼气灯外,其他管理同处

收稿日期:2014-03-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)4027]。

作者简介:王志春(1972—),男,江苏盐城人,副研究员,主要从事资源环境研究。E-mail:wzczyh@126.com。

[2] 耿如林. 北方地区奶牛养殖小区组织模式及温热环境研究[D]. 北京:中国农业科学院,2008.

[3] 马旭平,王家鑫,赵香汝,等. 奶牛舍空气环境状况与乳腺炎发病率的关系研究[J]. 畜牧与兽医,2009,41(7):69-71.

[4] 刘敬博,柴同杰,苗增民,等. 奶牛舍环境中气载微生物含量的检测[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2010(5):56-60.

[5] 邹观鹄. 温室环境的无线传感网络监测系统研制[D]. 南京:南京航空航天大学,2012.

[6] 金 濯,曹元军. 封闭式蛋鸡舍环境控制系统的设计[J]. 农机

化研究,2009,31(9):143-146,156.

[7] 田芳明,韦春波. 寒区标准化奶牛舍环境多参数采集系统设计[J]. 江苏农业科学,2013,41(6):371-373.

[8] 尹湘源,朱忠杰,凌志浩,等. 基于 ZigBee 协议的图像无线传输系统设计[J]. 微计算机信息,2009(14):32-33,15.

[9] 熊迎军,沈明霞,孙玉文,等. 农田图像采集与无线传输系统设计[J]. 农业机械学报,2011,42(3):184-187.

[10] 庞 超,何东健,李长悦,等. 基于 RFID 与 WSN 的奶牛养殖溯源信息采集与传输方法[J]. 农业工程学报,2011,27(9):147-152.