

基于低功耗技术的大农户仓 无线测温监控系统设计

朱满意 尹爱兵 王晓侠 李有路

(安徽文达信息工程学院电子电气工程学院, 安徽 合肥 231201)

摘要 在大农户储存粮食过程中, 首先需要解决的问题就是粮库里的温度, 温度过高或过低都会毁坏粮食。本研究针对粮仓温度监测的方法, 在分析总结各种方法优缺点的基础上, 设计出基于低功耗技术的大农户仓无线测温监控系统。监控中心上位机能够接收显示各检测点的温度, 管理人员可以随时向粮库内的测温系统发送读取指定点的温度指令。实验表明: 系统具有调试方便、功耗较小、温度精度高、可靠性高及可实现远程多点监控等优点, 解决了传统的靠人工巡检粮库温度效率低的问题, 为粮食安全储存提供了重要保障。

关键词 大农户 低功耗技术 测温系统

中图分类号: TP277

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)08-0013-04

受粮食自身的特性影响, 粮食储藏存在储藏周期长、储藏环节检测工作难度大, 测量设备功耗高等问题。近几年, 因为粮库失火给个人和国家带来了不少经济损失, 粮食始终是国家安全、社会稳定和经济发展的基础, 任何时候都不能出现闪失。近几年粮库发生的火灾情况如表 1 所示。

本文研究基于低功耗技术的大农户仓温度检测系统来解决粮食储存安全问题——大农户能随时监控粮仓温度, 并采取相应的措施, 促进大农户这一未来农地经营主体的可持续健康发展, 具有理论意义和现实意义。^[1-5]

对于大农户来说, 存粮的体量比较大, 对于管理人员少, 缺乏对粮仓温度的及时检测和长期使用高功耗的测温设备, 若不及时采取措施, 仓内温度过高可能会对粮食造成腐烂。鼓励大农户科学储存粮食和使用温度监控系统, 如何利用信息技术对粮仓安全管理提出了更高、更新的要求, 不仅要节约管理成本, 还要高效化。温度的测量是粮仓管理的一个重要环节, 必须保证精确的温度控制。^[6-10]

防止粮食腐烂发霉, 保证粮仓内干燥, 温度是衡量粮仓管理工作的重要指标。但传统的监测方法费时又费力, 而且误差较大, 因此需要制造成本低廉、产品简单、使用方便、测量精确的监测系统。

为了满足测温过程信号较容易处理要求, 设计一种基于低功耗技术的可远程无线多点传输的温度测量系统, 可以完成大农户仓的多点温度检测和显示功能。该系统操作简单, 功能齐全, 是单片机智能化的一种应用。

当前, 我国有多处地方生产测温检测系统产品, 而且种类众多, 产品的结构各不相同, 但是基本上都能够实现对粮仓内温度的监控和分析等。常用的温度检测方法有红外测温技术、测温电缆技术、声层析成像法, 进行温度检测的传感器有压电式, 电容式, 压阻式。表 2 为常见粮食温度检测方法。^[11-13]

1 关键技术及主要技术指标

1.1 关键技术

1. 单片机主控芯片低功耗设计应用技术。

2. 通讯: 采用中继转发技术, 保证通信距离, 满足实际应用需求。

3. 信号传输采用 GFSK/FSK 调制方式, 抗干扰能力强, 系统采用多种通信校验方式, 包括通信重发、数据解析等手段, 保证通信的稳定性和可靠性。

传统的测温系统及通信设备需要供电, 有线传输数据, 管理成本高, 存在安全隐患, 受现场电源干扰大、抗干扰能力差、雷击概率大、需要人员现场拉线、安装成本高。本文的设计与传统技术相比最大的优点

★基金项目: 校级自然科学基金:《基于低功耗技术的大农户仓无线测温监控系统设计》, 项目编号: XZR2022B02;《基于 FBMC 技术的超高速通信系统研究》, 项目编号: XZR2022A01;《面向 5G 通信的 FBMC 关键技术研究及实现》, 项目编号: XZR2021A12; 大学生创新创业训练计划省级项目:《基于多传感器数据融合技术的室内环境监测系统》, 项目编号: 202112810028。

表1 粮库火灾统计

火灾年份	粮库地点	造成的损失
2010.12.9	南昌市河坊区的第一粮食仓库	火灾过火面积为 500 多平方米。
2013.5.31	黑龙江分公司林甸直属库	损失 80 个粮囤、直接经济损失 307.9 万元。
2015.7.29	洮南市大通粮食储备库	过火粮食约 40 吨, 过水粮食约 540 吨。
2018.7.29	吉林省洮南市大通粮食储备库收纳仓 1 号廨间	过火粮食约 40 吨, 过水粮食约 540 吨。

表2 常见粮食温度检测方法

温度检测方法	优点	缺点
红外测温技术	可靠、快速、方法简单	抗干扰差
测温电缆技术	实时监测	测温点不全
声层析成像法	非接触、远距离	粮粒空隙影响大

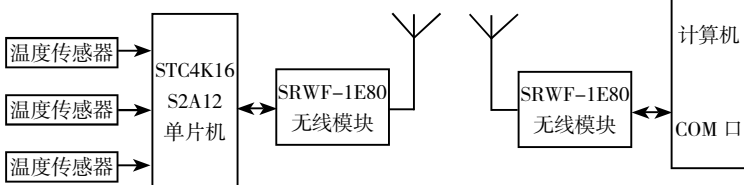


图1 系统原理图

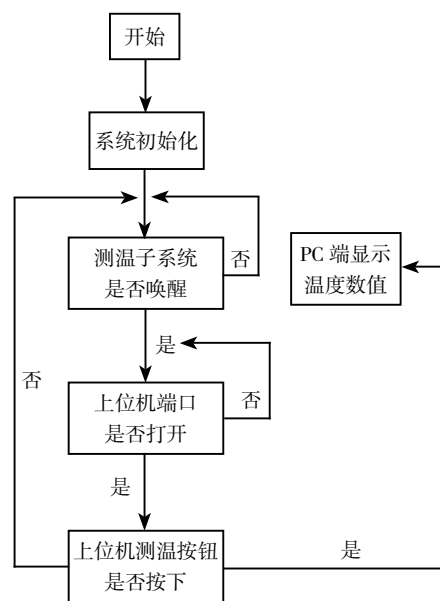


图2 软件流程图

在于它的低功耗，表现如下：

1. 采用电池采集模式，省去安装成本，可靠性高，低功耗，干扰小。

2. 主机采用物联网无线自组网数传模块，采用低功耗设计，采集器待机电流小于 200UA，唤醒工作发射最大电流小于 200MA。

3. 程序编写采用掉电模式，软件上实现了低功耗；硬件上从主机到采集器之间采取了唤醒和休眠按键功能，需要测量数据时采用唤醒模式，不读取数据时为休眠状态，保证了数据传输上的低功耗；系统采用一次性大容量锂电池，电池容量为 10000MAH，可持续工作 5 年，年损耗低至 1%。在低功耗方面比现有技术有显著进步。

1.2 技术指标

1. 采集器待机电流小于 200UA。
2. 唤醒工作发射最大电流小于 200MA。
3. 通信距离无遮挡大于 2KM。
4. 采集器可传输数据大于 3000 次、可连续工作 5 年。
5. 通讯频段：470MHZ 无线通信频段。
6. 测量 3 个温度点的温度，温度范围为 -30℃ 至 150℃，温度精度小于 1℃。

2 系统方案设计

2.1 系统硬件设计

系统软件方案包括实现的原理、硬件设计以及软件设计，本系统微处理器采用 STC 系列单片机结合物



图3 主机发射模块

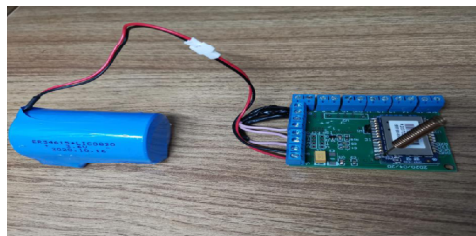


图4 采集器模块

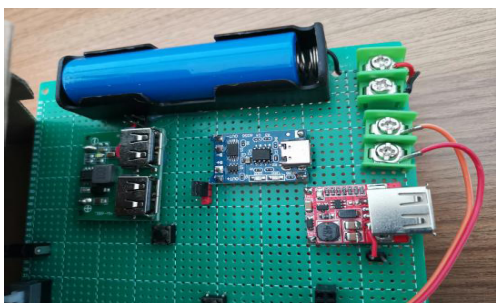


图5 电路实物图



图6 整机测试图

联网无线数据收发模块 SWRF-1E80 实现数据透传功能，能够实时对现场温度信号进行采集。整个系统的原理框图如图 1 所示。

2.2 系统软件设计

首先进行的是系统的初始化，然后由热敏电阻感应外界环境温度后，把电压值经过模数转化电压值，经过微处理器处理后，数据经过无线模块串行端口 MCU，测量的数据收集起来，把测量结果，在 PC 端软件显示和保存，如图 2 所示。

3 硬件调试与实验测试

3.1 主机与采集器之间通信

主机采用物联网无线透传自组网模式，点对多点透明传输模式。多数据接口方式 UART TTL 电平接口，低功耗休眠模式，适合电池供电。抗干扰能力强，支持信号强度的读取，通信时间短，图 3 为主机发射模块。

图 4 为数据采集器，它与主机一起构成通信系统，通过主机发射的唤醒信号后，采集器被唤醒，等待主机发射启动具体的位置的仓信号指令后，采集器就会回传本仓的温度信息。

3.2 稳压电路设计

该电路用于系统能量供应，图 5 为电路实物图，

把原来的纯锂电池供电方式更换为更加环保的太阳能供电方式，太阳能板把光能转化成电能，把多余的电能储存到锂电池中，这样就节约了很多电能，源源不断地给模块供电，达到低碳环保的效果。

图 6 为整体测试系统，一端连接上位机，一端连接需要测量的粮仓中，把温度信息传送到上位机，信息可以自动转换温度值显示在屏幕上，结构简单，操作方便。发射唤醒指令时，如果主机和采集器信道连接成功，主机模块指示灯就会变为绿色，否则指示灯为红色，发送休眠指令时，指示灯熄灭，实现了通信状态下的低功耗。

3.3 上位机温度界面显示

通过采集器回传的信号给主机，主机可以把模数转换后信号，在上位机上显示。

通信指令：图 7 所示的分机号为 01，通道号为 04，表示具体是哪一个采集器的位置（粮仓位置），在分机返回一系列的十六进制信息，可转换成二进制，其中数据包包含通道的状态信息，电池的电量信息，分机定义的点数，分机每次返回采集点个数以及温度值。每秒传送字节数 9600，代表每秒传输 9600 个字节，一个字节为 10 位，一个起始位为低电平，8 个数据位和一个停止位（高电平）。为了显示温度方便，使其在

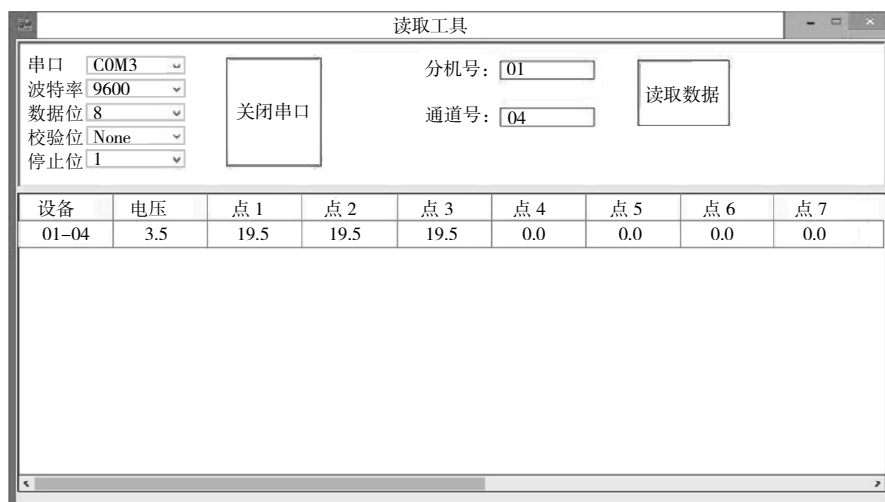


图 7 读取温度数据值

上位机上自动转换成十进制温度值,大农户可以直接在终端查看仓内温度值变化情况,从界面上可以看出,显示三个测温点的温度均为 19.5℃。

可以同时测试和显示 15 个温度点,本设备处于实验室阶段,目前只设置 3 个温度测试点。

系统测试温度值是否符合当前真实温度,需要进行对比试验,经测试,结果如下表 3 所示:

表 3 测试温度与实际温度对比表

测量温度	实际温度	误差
20.0℃	20.6℃	3.0%
19.8℃	19.5℃	1.5%
20.0℃	20.3℃	1.5%
20.0℃	20.5℃	2.5%

在室内测试时,系统测量温度与实际温度误差都在 3% 以内,目前处于试验阶段,根据目前的测试结果来看,通信正常,数据传输稳定,可靠性高,下一步可进行粮仓试验和投入使用。

4 总结

远程操作无线传输数据,用户可以在终端唤醒主机与采集器模块,进行数据传输,把采集器采集的温度数据经过数模转化后,数据传输至物联网无线数传模块,支持全透明数据传输,适应任何协议的无线传输要求。采用模块的透传模式,即点对多点透明传输模式,模块具备低功耗休眠功能。

该产品大农户粮仓温度监控,也适用于农业生产温度检测,比如大棚蔬菜室内温度的监控。目前产品满足低功耗,能长久使用,工作效率高,具有远程监控,

多点传输的特点,市场需求量大,有较好的发展前景,能带来可观的经济效益。

参考文献:

- [1] 马颖.南方稻作区大农户的可持续发展研究[D].武汉:中南民族大学,2018.
- [2] 王文成.基于单片机的粮仓多点温度监测系统[J].农机化研究,2010(07):90-92.
- [3] 张洪军.快速检测技术在粮食储藏中的应用[J].粮食科技与经济,2020(09):59-60.
- [4] 陆波,黄佑存,等.一种多粮仓光缆测温系统.CN 111289141A[P].2020.06.16.
- [5] 孙学用,李业德.基于单片机的粮库多点测温系统的设计[J].微计算机信息,2009(20):65-67.
- [6] 张毅刚.MCS-51 单片机原理及应用[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [7] 沙占友.集成温度传感器原理与应用[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [8] 李全利,仲伟峰,徐军.单片机原理及应用[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [9] 于永,戴佳,常江.51 单片机 C 语言常用模块与综合系统设计实例精讲[M].北京:电子工业出版社,2007.
- [10] 李建忠.单片机原理及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [11] Low power programmable temperature controller tmp01[z].Analog Devices,Inc.2002.
- [12] 肖志飞,张铁肩,孙秋桐.基于 DS18B20 的单总线温度巡检系统[J].电子工程师,2005,31(12):57-59.
- [13] 曹晶人,曹哲,胡振山.粮仓内温湿度测控系统[J].北华大学学报(自然科学版),2007,08(05):454-457.