

Design of Dynamic Weighing System for Curing Room Fresh Tobacco Leaves Based on the Internet of Things

Anfa Shou Hengfeng Gu Zhaoqing Li Ruiyin Yu Hai Li

Guangxi Zhuang Autonomous Region Tobacco Company Hezhou Company, Hezhou, Guangxi, 530000, China

Abstract

In view of the difficult problem of automatic collection of rod number and weight data of fresh tobacco leaves, a dynamic weighing system of fresh tobacco leaves based on the Internet of Things is proposed. Combining the advantages of dynamic weighing algorithm and the Internet of Things, the system transmits the weight data of each tobacco leaf back to the information platform through data acquisition of symmetrical heavy sensors and 4G module; the system adopts B/S structure for communication, and the weight data storage and processing adopts cloud storage technology. The test results show that the system can realize the automatic statistics of the number and weight of fresh tobacco rods, simplify the process of automatic data collection, improve the accuracy and reliability of weighing among tobacco farmers, and provide data support for the management of tobacco curing.

Keywords

dynamic weighing; Internet of Things; weighing sensor; number of fresh cigarette rods

基于物联网的烤房鲜烟叶动态称重系统设计

首安发 顾恒锋 黎朝清 虞瑞银 李海

广西壮族自治区烟草公司贺州市公司, 中国·广西 贺州 530000

摘 要

针对烤房鲜烟叶的竿数和重量数据自动采集困难的问题, 提出一种基于物联网的烤房鲜烟叶动态称重系统。该系统结合动态称重算法和物联网的优势, 通过对称重传感器的数据采集和4G模块, 将每竿烟叶的重量数据传输回信息平台; 系统采用B/S结构进行通信, 重量数据的存储和处理采用云存储技术。测试结果表明: 该系统能够实现对整个炕鲜烟竿数和重量的自动统计, 并且简化了数据自动采集的流程, 提高了烟农行进间称重的准确性和可靠性, 为烟叶烘烤管理提供了数据支持。

关键词

动态称重; 物联网; 称重传感器; 鲜烟竿数

1 引言

2011年国烟办综〔2009〕418号文件颁布以来, 全国按照该文件的统一标准修建的密集烤房装烟室内室尺寸为: 长8000mm、宽2700mm、高3500mm, 满足鲜烟装烟量350~400竿, 重量4500kg以上; 并且烟叶在密集式烤房中实现了基于干湿球温度计的自动烘烤。由于每次烘烤的竿数较多, 且装烟过程都是人工操作, 烤房现场缺少自动化称重装置检测, 导致每炕烟的竿数和重量数据缺失, 由此造成烘烤时间延长、烟叶测产不准确等问题。为确保烟叶烘烤的竿

数和重量数据得到自动采集和有效利用, 迫切需要全面化的鲜烟动态称重及监测系统, 实现对整炕鲜烟竿数和重量的自动统计与数据挖掘, 辅助烟叶烘烤信息化管理。

烟叶生产过程中, 称重模块主要应用于打包、转运和复烤环节。刘海波等^[1]基于PLC设计了烟叶称重打包系统, 引入了罗克韦尔公司生产的PLC和电子皮带秤, 实现了对烟叶打包装箱的精准控制。王斌等^[2]将传统“烟筛+推车”工具有机结合, 研发烟叶转运称重装置, 参与了自分级台、评级区、过磅秤重至烟叶成包全过程。该装置可降低检验、运输和打包人员劳动强度, 提高烟叶入库转运效率, 满足烟叶收购需求。陈祖述等^[3]开发了“动静结合”的柜式定量称重系统, 该装置设置在打包机的前方, 既能静态称重, 又能保证来料连续不间断, 精度高, 稳定性好。

针对密集烤房烟叶竿数和重量数据缺失的问题, 采用动态称重算法和物联网技术, 搭建烤房鲜烟动态称重系统, 实现对整炕鲜烟竿数和重量的自动统计与数据挖掘, 辅助烟叶烘烤信息化管理。最后进行了系统功能测试, 结果表明烟

【基金项目】广西壮族自治区烟草公司贺州市公司2024年度科研项目《基于人工智能的烟叶烘烤数字门的研究与应用》(项目编号: 贺烟计〔2024〕20号-2024012)。

【作者简介】首安发(1972-), 男, 中国广西富川人, 在读硕士, 高级农艺师, 从事烟草栽培与调制研究。

叶竿数和重量数据准确、4G 远程传输可靠性高，能够为烟叶生产提供可靠的数据支持。

2 系统硬件设计

2.1 系统总体结构

该系统包括充电电路、称重模块、显示模块、远程通信模块三部分。由锂电池供电，无需烤房现场拉 220V 电源线；称重模块用于采集操作人员的重量，通过拿鲜烟叶和空手的体重差自动计算出单竿鲜烟叶的重量；显示模块用于在现场显示总竿数、单竿重量和总重量；远程通信模块将重量数据远程传输回信息平台。

2.2 充电电路

为了防止电源反接，我们选择了 TP4065 芯片。它的内部采用了防止电源倒充的电路设计，因此省去了检测外部电源和电压隔离的元器件。当充电电流到达目标值后自动停止充电过程，并将电流降低。本系统通过 MOS 管的通断来调控充电电流的大小和通断：电池即将充满电时导通两个电阻，使用小电流进行充电，确保电池完全充满电而不会因过度充电而受损；通过导通电阻起到限制充电电流的作用，此时可以正常充电；当电压下降到目标值，自动将电阻断开，自动停止充电；当电池电压下降到临界电平以下时，单片机自动减小负载电流，以保护系统避免欠压。

2.3 称重模块

称重传感器模块 YZC-320C 型广测传感器，该传感器采用合金钢材质，单个量程 500kg。称重传感器自带支撑脚，固定在称重台下四角位置，通过并联方式进入信号处理模块，最终由模拟量转变成数字量传输给单片机。

2.4 显示模块

显示模块采用 4.3 寸串口液晶屏，自带蜂鸣器，当操作人员站到称台上，系统采集到重量信号会发出蜂鸣声，提示操作人员走下称台。液晶屏分辨率为 480×272，采用 IPS 液晶显示技术，有效显示尺寸为 95.04 (L) × 53.86 (W) mm，亮度为 300nit。工作电压为 4.5~6V，休眠电流为 0.25mA，工作温度为 -20℃~70℃。

2.5 远程通信模块

远程通信模块选用上海合宙通信的 Air780E 模组，它是一款基于移芯 EC618 平台设计的 LTE Cat1 无线通信模组。支持 FDD-LTE/TDD-LTE 的 4G 远距离无线传输技术。另外，模组提供了 USB/UART/I2C 等通用接口满足 IoT 行业的各种应用诉求。Air780E 模块的串口电平为 1.8V 或 3.3V，通过 PIN100IO_SEL 配置 IO 口电平。由于系统选用 5V 电源，因此需要加电平转换电路。Air780E 支持双卡单待，同一时间只能使用其中一个 SIM 通道。可以通过相应的 AT 指令进行 SIM 卡通道切换；或者选择手动切换功能，系统会根据外部网络信号强度进行自动切换。

控制板选用 CORE-AIR780E 开发板，这是一款基于

Air780E 模组所开发的，包含电源、SIM 卡、USB、天线、音频等必要功能的最小硬件系统。自带 4G 弹簧天线，同时可选配一代 IPEX 天线以增强信号强度。具有一个下载 / 调试串口，两个通用串口。IO 口默认电平 3.3V，支持 USB 5V 直接供电。采用自弹式 Micro SIM 卡座。具有 1 个电源 LED 指示灯，1 个网络指示灯。采用标准 2.54mm 邮票孔，兼容排针。具有 1 路音频输出，1 路 SPI LCD 接口，兼容合宙 LCD 扩展板。具有 3 个按键：开机键、下载模式键和复位键。具有 2 路 ADC 输入，1 路 I2C 接口。

3 动态称重软件设计

操作员装烟是动态行走的过程，如果采用传统的静态称重方案，则需要操作员在称重台上停留一段时间，这样就会降低装烟效率。为了避免操作员在称重台上停留，不能采用静态称重方案，需要采集动态过程的重量变化数据，并在此基础上搭建动态称重模型。对于采集到的重量数据，需要考虑到操作员行进间脚踩在称重台上造成的冲击。在装烟过程中，由于操作员行进间会对称重台产生冲击力，因此要采用滤波算法将波峰和波谷滤掉，保留真实的重量数据。

3.1 载荷分析

操作员行进间脚踩上称重台会造成重量数据的变化，这种变化是由于体重、速度、重心等不确定因素造成的，对称重精度都会造成影响。在这些因素中，重心变化无法检测，因而将这些次要因素排除，保留下来体重和速度等主要因素。目前，关于载重汽车不停留称重^[4]方面有相关研究，因此可以作为参考。将操作员抽象为一个立方体，对于这个立方体而言，重心变化作用在 X 轴和 Y 轴上，这个受力无法检测，且作用力较小，因此可以忽略不计；操作员的体重及行走间脚的冲击力作用在 Z 轴方向，这个作用力是需要关注的主要部分，可以列出如下公式：

$$N(t) = G + \alpha(t) + \beta(t) \quad (1)$$

其中， $\alpha(t)$ 为随机干扰的信号； $\beta(t)$ 为操作员行走间对称重台的冲击力。由于操作员装烟过程产生的重量数据不仅包含体重和鲜烟重量，还包含随机干扰信号，以及行进间的冲击力，因此不能沿用静态算法来得出精确的体重，需要通过滤波算法去除随机干扰和冲击力。

3.2 动态称重模型

分析操作员的行走过程，由于膝盖和肌肉的牵引力，导致脚踩到称重台的瞬间产生非刚性接触，这过程类似于弹簧阻尼系统，可以在此基础上建立动态称重模型（图 1）。

图 1 中， m 为称重台质量； M 为操作员和鲜烟叶的质量； c_0 、 k_0 为称重台本身的等效刚度和阻尼系数； c_1 、 k_1 为操作员膝盖和肌肉牵引力的等效刚性和阻尼效应； x_0 为称重台的相对位移； x_1 为操作员膝盖和肌肉的牵引力； $F_w(t)$ 为操作员对称重台的冲击力，即自身体重 G 和瞬时的冲击力 $f(t)$ ，其中 $f(t)=\alpha(t)+\beta(t)$ 。

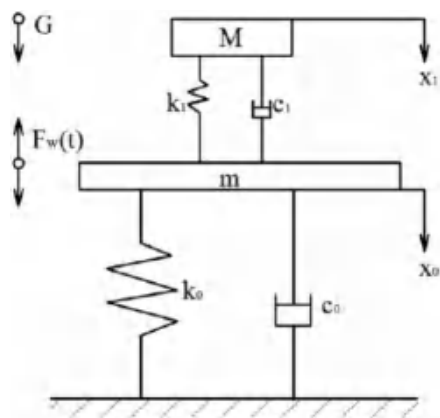


图 1 操作员称重模型

3.3 数据的预处理

滤波器的原理是通过改变信号频率特性将信号实现变换，它根据作用范围可以分为：高通、低通等不同频段^[5]。在操作员称重过程中，称重传感器的重量信号频率较低，通常低于 15Hz，如果高于这个频率就可以判断为随机干扰，需要滤掉。因此，这个过程可以采用低通滤波器预先处理掉其他的随机干扰。从信号处理的目的来看，数字滤波和模拟滤波相同，但被处理的信号类型和实现的技术不同，数字滤波器相对于模拟滤波器而言具有高精度、稳定性好、设计灵活并能进行多维处理等特点^[6]。本系统为了提高信号处理效率采用数字滤波和模拟滤波并用的方法实现高频信号的滤波。

3.4 基于参数估计的系统建模

本系统采用最小二乘递推估计算法来完成建模。在鲜烟叶动态称重系统中，脚对称重台的冲击力和随机干扰影响了真实体重的测算，但是冲击力和随机干扰随着时间迅速衰减，并在极短的时间内变化为零，此时保留下来的重量值就是真实的体重。因此，利用最小二乘递推估计算法，可以估算出操作员在称重台上称重时获得的静态数值：

$$m_y = H(z^{-1})m_u \quad (2)$$

其中， m_y 和 m_u 分别为系统输出重量与输入重量的平均值，也就是所求的稳定值和输入值； $H(z^{-1})$ 为系统的传递函数。

$$m_y = \lim_{t \rightarrow \infty} E(y(t)) = \frac{b_0}{1 + \sum_{j=1}^4 a_j} \quad (3)$$

则操作员的重量值为：

$$M = \frac{b_0}{1 + \sum_{j=1}^4 a_j} WV \quad (4)$$

其中， a_j 和 b_0 为参数的估计值；WV 为体重与电压的比值，此处的实际值大小为 2.558×10^{-2} 。

4 结语

论文针对烤房烟竿数量和重量检测与自动统计的需求，设计了一种基于物联网的鲜烟叶动态称重系统，实现了烤房现场烟竿重量测量与数据远程传输的功能。系统采用成熟的电阻应变式称重传感器作为称重传感器，选用集成度较高的 CORE-AIR780E 开发板作为控制核心，并实现了远程通信功能；基于参数估计设计了动态称重模型，解决了行进间操作员称重的准确性问题，为烤房烟竿数量和重量的自动检测与远程数据传输打下了硬件和软件基础。在后续的研究中，将进一步提高系统的可靠性和实用性，丰富和扩展相关功能，以实现烟叶生产信息化管理。

参考文献

- [1] 刘海波,马聪孝,田林.基于PLC的烟叶称重打包系统[J].PLC&FA,2012(5):47-48.
- [2] 王斌,于志军,郑浩宇,等.一种烟叶转运称重装置的研发[J].中国新技术新产品,2023(6):61-63.
- [3] 陈祖述,杨海河.烟叶复烤生产线中柜式定量称重系统的开发应用[J].设备与仪器,2007(4):18-20.
- [4] 李振锋.基于光纤光栅的汽车动态称重系统的研究[D].武汉:武汉理工大学,2008.
- [5] 周浩敏,王睿.测试信号处理技术[D].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [6] 王锦芳.动态称重系统的研究与开发[D].杭州:浙江大学,2006.