

# 片烟醇化库环境监测预警系统开发与应用

马飞<sup>1</sup>, 贾嘉<sup>2</sup>, 刘勇<sup>1</sup>, 朱国栋<sup>1</sup>

(1. 河南中烟工业有限责任公司许昌卷烟厂, 河南 许昌 461000;

2. 郑州道艺新能源科技有限公司, 郑州 金水 450001)

**摘要** 为了解决传统对片烟养护模式缺乏环境监测或者单一监测片烟环境造成预警滞后的问题, 本次研究通过对醇化库环境特征和烟箱内环境数据实时采集、快速存储、智能诊断, 利用数据挖掘、大数据分析等方式, 开发了一套片烟醇化库区即时预报预警监测系统, 并构建了一套新型片烟醇化养护模式。通过将该套系统投入实际生产, 既提升了片烟醇化养护效果, 又具有极高的经济价值。

**关键词** 环境监测; 醇化库环境监测系统; 监测预警; 智能算法

中图分类号: X84

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0004-03

## 1 前言

片烟贮存养护工作是确保烟叶安全和质量的重中之重, 是烟草制品品质的基础保障。烟叶存储时间超长, 短则2-3年, 长则5-7年, 管理人员在长时间管理下容易产生惰性, 很难察觉到仓储环境的微小变化, 因此经常会有仓库出现烟叶虫害或霉烂变质, 甚至高温自燃现象, 造成巨大的经济损失<sup>[1]</sup>, 通常情况下, 烟叶贮存均是采用自然醇化方式, 即选择温湿度适宜的地段建立库区, 然后通过人工每日巡检来保障片烟的醇化环境参数, 但是这种方式不但在醇化库区位置选择上具备局限性外, 人工巡检效率低下, 费时费力, 封装好的烟叶内部实际的烟芯温度也无法监测, 这就导致每年因片烟养护不当造成一定量的烟叶霉变或遭遇虫害损失。

随着现代工业技术和AI人工智能技术, 以及机器学习技术的融合应用不断发展, 给现代工业系统提供了安全有效的环境监测、研判手段<sup>[2]</sup>, 通过AI人工智能及机器学习技术对大数据进行分析, 设计一套能够实时监测片烟醇化环境、烟芯温度、虫害消杀程度的醇化库环境智能监测系统十分必要。实际上随着智能化工厂理论的研究和推进, 工业智能化理念已经体现在了方方面面, 工业预警技术和各种监测技术也日渐趋于成熟, 也已经有了针对片烟养护进行的相关监测预警系统的研究。

孙建锋详细研究分析了不同片烟醇化方法和储存条件对片烟醇化的影响, 通过对自然醇化和人工醇化片烟样品取样分析, 对片烟外观质量和吸食品质进行鉴定, 确定了醇化时间、醇化环境温湿度、片烟储存方式对片烟醇化效果起到决定性作用, 同时指出当前

人工自然醇化模式下的弊端<sup>[3]</sup>。

乐承星、赖兰凤等人通过构建烟叶原料智能仓储综合管理平台, 同时对平台的各个模块进行研究, 形成包芯监控、垛内监控、仓间监控和预警等模块, 实现烟叶原料智能仓储功能, 提高烟叶仓储的精益管理水平, 实现了烟叶养护过程数据由传统的手工记录转为系统自动采集, 使片烟养护过程的数据具有信息化、可追溯化及可视化功能, 实现了对垛内醇化片烟包芯温度进行全生命周期的无线监测, 降低了烟叶碳化的风险。同时该系统还具有对出入库的片烟RFID信息自动扫码的功能, 降低了人工成本<sup>[4]</sup>。

张鑫、王苏红等人进行了烟叶箱芯温度变化规律和预测预警的研究, 为烟叶箱芯温度的数据采集分析提供了一个研究方向思路和方法<sup>[5]</sup>。

鉴于前人的研究成果, 本文对片烟醇化库环境智能监测预警系统进行了研究, 通过在库区内加装温湿度传感器、磷化氢浓度监测设备、强制通风设备和高压冷雾加湿系统, 最终形成一套具备醇化环境温湿度监测、烟叶箱芯温度监测、磷化氢浓度实时监测功能的智能监测预警系统, 保障片烟醇化养护质量, 减少因片烟养护不当造成的巨额经济损失。

## 2 片烟醇化库环境智能监测预警系统组成

片烟醇化库环境智能监测预警系统主要包括布局在片烟烟箱内的无线温度传感器探头、布局在库区室内外的温湿度传感器探头、机房数据管路服务器和展示操作终端。通过对环境温湿度以及片烟箱内温度的实时监控和数据收集分析, 对片烟醇化过程烟箱内烟叶异常温度变化进行预警, 并设计出了一套对环境温湿度进行自动干预的控制策略, 优化醇化环境, 保护醇

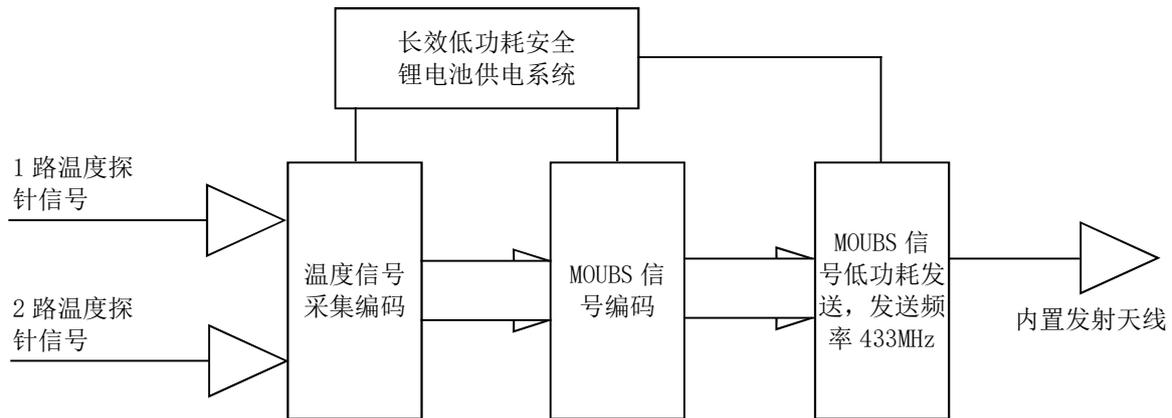


图 1 双探头无线温度发送装置工作原理图

化库烟草仓储醇化安全。

### 2.1 醇化库温湿度环境监测系统构建

为了实现醇化库温湿度环境的实时监测,保障片烟醇化环境的醇化效果,本文进行了醇化库温湿度环境监测系统的研究,考虑到库区靠近门口的区域受外界温湿度影响大,而远离门口的区域却受外界温湿度影响小,为能正确反映库区内部的实时温湿度环境信息,在库区的正中心装设了温湿度传感器设备,用来监测库区内的环境温湿度数据,将整个库区进行区域划分,在每个区域的中心位置烟箱上安装一个箱芯温度监测设备,用于库内箱芯温度的实时监测,在库外装配一个温湿度传感器,与室内数据作对比,研究外界环境对库内温湿度环境的影响。

### 2.2 无线箱芯温度监测系统开发

通过有线布线方式不仅施工量大,而且只能是自下而上布线,整个库区就会变成类似蜘蛛网一样的布局,不仅存在库区烟叶存取不便的问题,还有线路老化、设备钩挂线缆、线皮损坏导致的火灾等问题,因此应开发一套无线的箱芯温度监测装置系统。

双通道无线温度传感器发送装置,主要包括长效低功耗锂电池供电系统,双路温度探头通道,温度信号采集编码,MOBUS 信号编码,485 低功耗发送以及发射天线等,全部配件集成在一个 100mm×100mm×40mm 的密封盒子里,盒子密封级别 IP67。密封盒外只预留温度探头接头航空插座两个,密封船型开关一个,由于此装置采用了低功耗发射,锂电池供电时间最长可达 10 年,该装置采用全密封结构,工作稳定,不受外界环境影响,同时发送两路温度数据,极大地降低了布线难度,保障了库区的安全和整洁美观。

同时研发了一种箱内温度传感器探针装置,探针为“丁”字型构造,一端为尖头,方便插入烟箱内部,

另一端作为把手,方便装置的布设。

### 2.3 熏蒸杀虫过程磷化氢浓度实时监测

传统的熏蒸杀虫过程是在固定时间进行磷化氢熏蒸杀虫,包括熏杀持续时间,磷化氢气体通风排放时间都是按照以往的经验。磷化氢气体属于毒害气体,对人体损伤极大,如果单纯通过经验去判断库区内磷化氢浓度,一旦判断失误,就会造成人员伤亡。考虑到这一因素,本文在研究过程中在库区的每个库房都加设了磷化氢浓度实时监测装置,可实时查看库区内的磷化氢浓度,实现熏杀过程的库区磷化氢浓度实时监测,保障相关人员安全,同时磷化氢浓度实时监测装置还可与虫情监测系统相结合,为研判最佳的虫害防治熏杀策略创造数据基础。

### 2.4 箱芯温度预警算法构建

醇化库箱芯温度预警算法构建,是通过同库内不同堆垛间温度横向对比,设置预警阈值,即某个箱芯温度高于库单元内其它信息温度最高值 2℃,并且持续时间 3 小时以上,即进行堆垛高温预警。单个堆垛内温度和库单元内箱芯温度平均值做纵向对比,设置对比预警阈值即单个堆垛温度高于库单元堆垛温度平均值 3℃,持续时间 3 小时以上,即进行堆垛高温预警。当某一个堆垛箱型温度计,高于本库单元室内环境温度 5℃,并持续 10 个小时,即进行堆垛高温预警。三种预警模式并行工作,任一预警模式触动预警阈值,均进行预警。

### 2.5 管理员操作平台

该系统可实时监测醇化库内环境的实时环境数据信息,并且实现远端查看和数据归档整理分析,当系统检测到环境数据异常后,会在管理平台发出预警,提醒相关管理人员采取相应的管理措施,保障片烟醇化效果。

## 2.6 自动数据点检机制建立

库单元室内温湿度、磷化氢浓度自动点检机制；通过布局在每个库单元内的温湿度传感器采集库单元内温湿度数据，通过同一库单元不同采集点数据横向对比，点检传感器设备工作状态，对单个数据异常传感器自动预警，同一库单元不同堆垛箱芯温度横向对比，当某一个堆垛箱芯温度高于其它堆垛箱芯温度 $4^{\circ}\text{C}$ 即进行箱芯温度预警；堆垛箱芯温度和室内温度纵向对比，箱芯温度连续两次检测均高于室内温度 $5^{\circ}\text{C}$ 的，进行异常报警。箱芯温度计点检对比频次每小时一次。

## 3 片烟醇化库环境监测预警系统的应用效果

### 3.1 系统功能展示及数据分析

系统可实时查看醇化库室内外温湿度、烟箱垛心温度、磷化氢浓度，具备异常预警、数据归档存储、趋势图展示以及报警记录存档等功能，分库展示界面等功能。系统经过持续两年的数据采集发现，除冬季极寒天气外，片烟醇化库内温度一般维持在 $30\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，湿度反而随季节变化较大，由此可知，非常需要一套湿度自调节系统，保障叶片醇化环境的湿度指标，烟箱烟芯温度基本维持在 $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。由数据分析可知，熏杀虫害时，库内磷化氢浓度大概在两天半的时间达到最高值，然后磷化氢排放大概需要一周的时间才能完全排放干净。

### 3.2 系统运行效果

系统通过展示界面进行实时显示，可记录库区内环境监测数据的趋势曲线，便于管理人员进行数据分析，设备具备自点检功能，可按照预设进行设备的自点检，当检测到设备状态异常时可自行发出报警信号，提醒管理人员及时维护，同时记录报警记录，方便后续的故障排查和系统优化。针对系统数据的传输速度和更新速度，也进行了相关的测试。测试方式为正常运行系统，然后通过OPC软件来查看数据的收发状态，通过系统页面刷新速度来判断系统界面刷新频率。经测试，系统数据采集速度为一秒一次，界面刷新频率为两秒刷新一次，但是考虑到温湿度数据是不容易在短时间内大幅改变的，因此为保障界面数据的稳定刷新，将界面刷新频率改为一分钟一次，经测试，改善后的界面数据稳定，符合预期。

## 4 结论

本文通过对片烟养护贮存过程中出现的问题的研究，提出了一套醇化库环境监测预警系统的设计思路，通过在库区内安装温湿度传感器，安装磷化氢浓度监测装置，自主设计开发了无线烟芯温度监测装置，

实现了库区内部的温湿度、磷化氢浓度、烟芯温度的实时监测，满足了片烟养护需求。通过总结醇化库环境监测预警系统的设计思路和实验测试结果得出以下结论：

1. 醇化库区经过持续两年的数据采集发现，除冬季极寒天气外，片烟醇化库内温度一般维持在 $30\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，湿度反而随季节变化较大，烟箱烟芯温度基本维持在 $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

2. 烟芯温度异常预警策略为进行同一库单元不同堆垛箱芯温度横向对比，当某一个堆垛箱芯温度高于其它堆垛箱芯温度 $4^{\circ}\text{C}$ 即进行箱芯温度预警；堆垛箱芯温度和室内温度纵向对比，箱芯温度连续两次检测均高于室内温度 $5^{\circ}\text{C}$ 的，进行异常报警。箱芯温度计点检对比频次每小时一次。

3. 库区进行熏杀虫害时，库内磷化氢浓度大概在两天半的时间达到最高值，然后磷化氢排放大概需要一周的时间才能完全排放干净。

4. 系统可实现自点检和设备状态自检，若发现设备异常，可在操作界面发出预警，提醒工作人员进行维保。

5. 当前系统数据采集频次为一秒一次，系统界面刷新频率为一分钟一次。

## 5 技术应用

醇化库环境监测系统的广泛应用，能够针对库区的环境数据进行实时采集和整理分析，帮助管理人员实时了解片烟醇化过程中环境数据的微小改变，以便能做出相应措施，有效保障了片烟的醇化和养护质量，同时该系统为片烟养护技术的各项研究提供了物理设施条件和庞大的基础数据，为片烟养护的规范化、科学化奠定了坚实的基础。

## 参考文献：

- [1] 乐承星,张增基.烟叶仓库生态仓储烟虫防治措施及其效果分析[J].现代农业科技,2021(04):210-211.
- [2] Yang Jingjing,Dong Beibei,Wang Zhihui,et al. Research on the Rabbit Farm Environmental Monitoring and Early Warning System Based on the Internet of Things[J].Journal of Computational and Theoretical Nanoscience,2016,13(09):7.
- [3] 孙建峰.不同醇化方法和储存条件对片烟醇化的影响[J].安徽农业科学,2013,41(28):11491-11493.
- [4] 乐承星,赖兰凤,沈禄恒,等.烟叶原料智能仓储综合管理平台的构建[J].福建电脑,2021,37(02):116-117.
- [5] 张鑫,王苏红,徐玮杰,等.仓储烟叶箱芯温度变化规律及预测预警研究——以安徽凤阳地区片烟养护为例[J/OL].中国烟草学报,2023-09-25:1-12.