

基于 LORA 无线通讯的钉子房温湿度监控系统设计

吴成刚, 袁俊, 汤钧

(杭州中策清泉实业有限公司, 浙江 杭州 311404)

摘要: 子午线轮胎由于其内部结构、材料特性等诸多因素的影响, 其生产过程中需要严格控制温湿度, 钉子房温湿度过大或过小都会影响橡胶与钢丝帘线的粘合, 因此需要对钉子房的温湿度进行精确监控。本系统把传统的单点控制的温湿度检测升级为一种基于 LORA 无线通讯架构的系统化解决方案, 解决了传统方式数据实时性较低、数据准确性较低, 对现场环境温湿度异常情况不能实时预警等问题。该系统安装简单、监控全面、扩展方便、运行稳定可靠, 在实用中具有较高的经济价值。

关键词: 温湿度; LORA; 无线通讯

引用论文: 吴成刚, 袁俊, 汤钧. 基于 LORA 无线通讯的钉子房温湿度监控系统设计 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(8):64-67.

中图分类号: TQ330.493

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)08-0064-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.08.014

0 引言

在橡胶制品行业, 橡胶对生产现场的环境(如温度、湿度)要求较为严格, 为保证橡胶制品品质, 必须对相关温湿度进行有效管控。

橡胶原材料仓库对温湿度的要求较高, 高温容易引起氧化和老化, 而低温则会导致橡胶变硬和脆化; 过高的湿度会引起橡胶吸水膨胀和霉菌生长, 而过低的湿度则会导致橡胶变硬和开裂。

钉子房的温湿度也非常关键, 如果湿度过大, 钢丝帘线表面有水分, 重则生锈, 影响橡胶与钢丝帘线的粘合。如果湿度过小, 操作人员会感到口干舌燥, 极不舒服。

橡胶在密炼机半制品生产过程中, 对温度极为敏感, 各段温度对挤出过程起着决定性作用。如果各段温度发生变化时, 挤出过程的挤出速度、挤出温度和膨胀率都将发生变化, 导致挤出操作失去稳定, 严重地影响半成品的质量, 进而影响轮胎质量。

成型车间温湿度规定的原因是为了保证生产环境的稳定, 减少生产中的变量, 从而保证生产出的轮胎的一致性和品质。在制造过程中, 轮胎所需的物理和化学反应都受到环境因素的影响, 如温度和湿度等。因此, 通过控制车间温湿度, 可以帮助保证轮胎在生产过程中的合适性和一致性。

原有温湿度管控都为单体管控, 如车间温湿度为

现场测量后在现场 LED 屏显示, 温控系统的温度为现场测量后在温控系统的仪表上显示, 且无报警功能。

在信息化时代, 传统的测量和显示方式, 已明显不符合数字化要求。针对上述情况, 我司设计了工艺测温系统, 对工厂内的温湿度进行管理。

本文设计的基于 LORA 无线通讯的钉子房温湿度监控系统, 采用高精度温湿度芯片对现场温湿度进行高频次采集, 通过无线通讯网将数据上传到传感器接收仪及上位机系统, 保证了现场数据采集的实时性与准确可靠性, 当现场温湿度出现异常时, 传感器接收显示仪可进行现场声光报警提示, 同时上位机管理系统也可以进行对应的报警提示, 进而解决了钉子房温湿度实时监控与及时报警推送的难题, 实现了 7×24 h 的无线数据监测和传输的温湿度在线系统, 在实际应用中具有较高的经济价值。

1 系统组成及工作原理

本文设计的基于 LORA 无线通讯的钉子房温湿度监控系统主要由分散安装在现场的无线温湿度传感器、传感器接收显示设备、上行通讯网络及上位机服务器等组成, 具体系统框图如下图 1 所示。

作者简介: 吴成刚(1987-), 男, 本科, 化工装备及自动化技术工程师, 主要研究方向为轮胎企业半成品设备。

首先将温湿度传感器与传感器接收显示设备的 LORA 参数设置在同一频率与同一编组, 保证两者之间数据收发互通, 无线温湿度传感器分散安装在钉子房内部相应位置, 对所处点的温度、湿度进行高精度采集与数据处理, 通过 LORA 无线通讯的方式将数据传输给温湿度传感器接收显示设备; 温湿度传感器接收显示仪接收现场安装的温湿度传感器传输过来的数据, 完成数据进行本地显示、数据处理与记录、报警提示的同时将数据通过以太网网络将信息上传到上位机管理系统; 安装在服务器上的上位机软件对现场数据进行数据记录、报表统计分析与展示, 实现实时数据监控、历史数据查询、小时/日/周/月/年报表查询、报警提示与监控等功能。

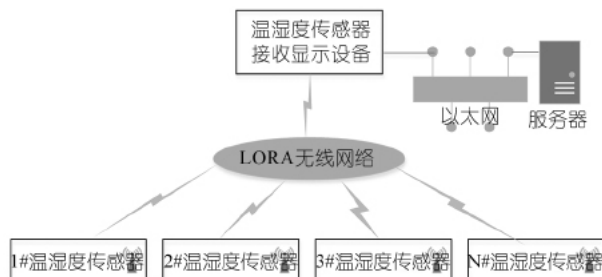


图1 系统组成框图

2 硬件系统设计

2.1 检测点的设置

本系统检测点的设置在和横向技术部门沟通后, 最终原则了对轮胎品质影响较大的若干点。主要针对工艺管控要求较高的原材料仓库温湿度, 密炼工序温度, 半制品的锭子房和挤出温度, 成型车间的温湿度。详细点位设置如下:

(1) 原材料库: 库房环境温湿度。

(2) 密炼工序: 烘胶房温度和温湿度, 环境温湿度, 密炼三区测温, 进回水管道测温, 胶片的接片摆片测温。

(3) 半制品工序: 钉子房温湿度、开炼机进回水管道, 供胶、出胶、卷曲测温, 冷却水槽测温, 环境温湿度。

(4) 成型工序: 环境温湿度。

2.2 硬件系统结构简介

测温系统主要由安装在现场的无线温湿度传感器、无线传感器接收显示仪和上位机软件构成。

(1) 无线传感器

测量并上传监测点的数据。

(2) 现场显示接收仪

接收并显示编组内无线传感器发送的数据。

(3) 上位机软件

对现场数据进行存储与分析, 根据配置自动生成相应的报表和图示。

2.3 现场温湿度检测单元

现场温湿度检测单元的核心功能是对现场温湿度进行采集并进行数据处理, 将处理后的数据通过 LORA 无线通讯的方式上传给传感器接收显示仪, 该单元主要由温控器电路、电源模块电路、存储模块电路、温湿度采集模块电路、串行通讯电路、LORA 无线通讯模块电路和 LED 指示电路组成, 系统框图如图 2 所示。

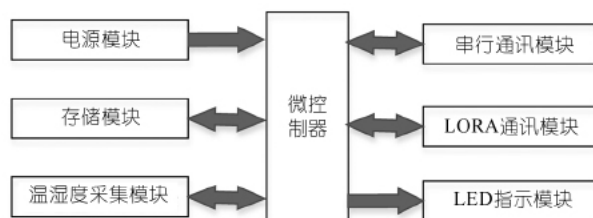


图2 现场温湿度传感器单元系统框图

电源模块电路为系统中各个模块提供不同电压等级的电压, 保证整体各模块工作时具有足够的能源输入; 存储模块主要是对设备本机参数进行保存, 对运行过程中的相关数据进行本地记录; 温湿度采集模块主要是将环境中的温度和湿度转变成与之相对应的数字信号并对数据进行综合处理; 串行通讯模块是采用有线通讯方式对设备参数进行本地配置, 通过有线通讯方式进行数据被动采集与传输; LORA 无线通讯模块是通过无线通讯的方式与传感器接收显示设备进行数据交互, 将本机数据上传到传感器接收显示装置, 同时执行传感器就二十显示设备下达的各项指令; LED 显示模块主要是通过 LED 等来现场指示设备的各种工作状态, 提供设备的各类型工作状况, 方便后续设备问题解决。

2.4 温湿度参数检测电路

温湿度参数检测电路将环境中的温度和湿度转变成与之相对应的数字信号并对数据进行综合处理, 本设备采用的型号是 SHT31, 具体电路如图 3 所示。

SHT31 是一款 DFN 封装的超小型数字式温湿度传感器, 采用 IIC 通讯方式, 很方便与系统微控制器进行接口通讯, 工作电压 2.15~5.5 V, 本系统中设备的工作电压是 3.3 V, 温度测量精度可达到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,

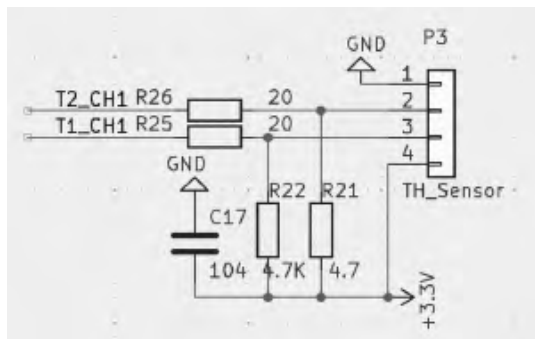


图3 温湿度检测电路

湿度测量精度不低于 $\pm 3\%RH$ 。在上述图3温度检测电路中，T2_CH1 和 T1_CH1 与系统微控制器相接，

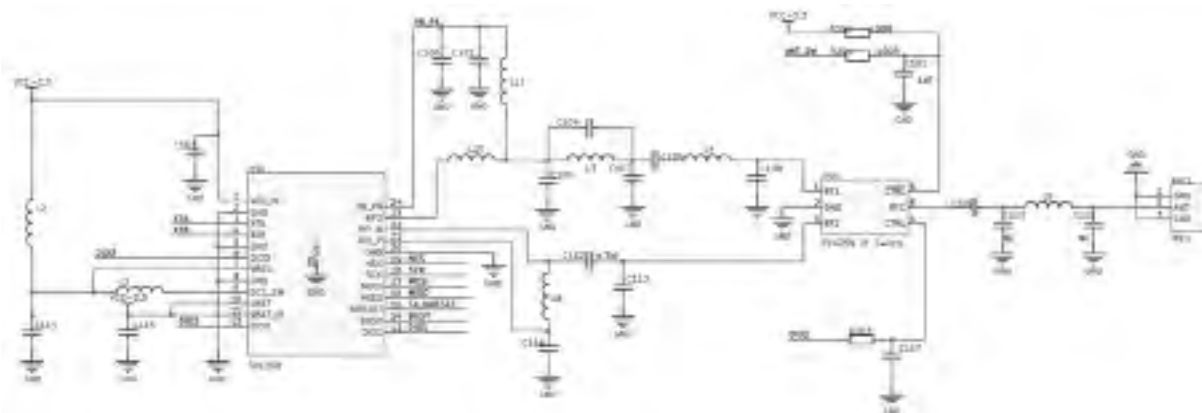


图4 LORA 无线通讯电路

本系统采用的 LORA 芯片是 SX1268, 它是一款远距离、低功耗、高性能的无线收发器，本设计中采用 LORA 通讯方式，采用的技术参数如下：载波中心频率为 433 MHz, 发射功率 20 dB, 带宽 250 kHz, 扩频因子 10。该技术参数下无遮挡情况下通讯距离超过 1 km, 在钉子房车间厂房内有遮挡穿墙的情形下通讯距离大于 400 m, 完全满足现场应用场景的需求。

3 软件功能

本系统的软件部分主要包含分散安装在现场的无线温湿度传感器的程序与就近安装在现场网络机柜内的传感器接收显示装置的程序，程序设计中按照硬件电路功能模块采用了模块化的分层设计思想，实现了应用程序的可移植性、可复用性和易维护性，实现软件设计的高可靠性和高效率^[3]。

无线温湿度传感器的程序实现现场温湿度数据的采集与上传，传感器接收装置实现数据的集中接收与展示，因现场应用程序功能不太复杂因而采用了前后

P3 是温湿度传感器，C17 是滤波电容，R21 和 R22 是上拉电阻，R25 和 R26 起到限流电阻保护微控制器端口的作用。

2.5 LORA 无线通讯电路

考虑到钉子房区域内布线不方便、现场设备较多且传感器安装位置比较分散，无线通讯的方式更适合此现场应用场景的数据传输，LORA 相比 WiFi、蓝牙相比具有更好的穿透性，因此采用 LORA 无线通讯的方式建立温湿度传感器与传感器接收显示设备之间的数据交互渠道，这样方便系统点位扩展与现场施工，LORA 通讯电路采用推荐的典型电路，具体如图4所示。

台系统，靠定时中断与外部事件触发中断来处理更紧急的事件任务，系统流程如图5所示。

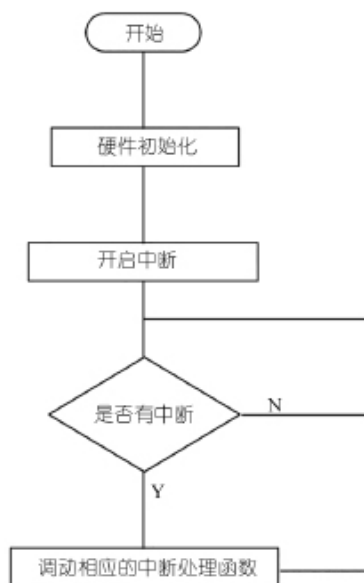


图5 软件系统流程图

系统可根据需要对系统的运行参数提供实时曲线和历史曲线,可根据需要进行测控点的曲线比较,方便借助图形手段,直观分析系统运行状况;并且系统对数据查询、事件查询或其他报表查询提供 Word 和 Excel 报表导出功能,便于数据的统计、整理、分析和打印,方便质量追溯,为决策提供第一手的数据资料。

4 结论

本文设计的基于 LORA 无线通讯的钉子房温湿度监控系统,解决了现场数据记录的及时性及准确性的难题,通过采用高精度温湿度芯片 SHT31 和无线

LORA 通讯芯片 SX1268,保证了现场数据采集的实时性与准确可靠性,实现了钉子房温湿度 7×24 h 的无线数据监测和传输。该系统具有测量精度高、覆盖范围广、维护简单、扩展方便、易于实施等优点,在实际应用中具有较高的经济价值。

参考文献:

- [1] 皇甫江. 基于 LoRa 无线组网技术的数据中心机房温湿度检测系统设计与应用 [J]. 中国有线电视. 2023(10).
- [2] 林少聪. 基于 zigbee 技术的仓库监测报警系统 [J]. 信息记录材料. 2023,24(05).
- [3] 李玉峰. 基于 Zigbee 的轮胎成型车间温湿度监控系统设计 [J]. 橡塑技术与装备(橡胶). 2015,41(23):38-41.

Design of spindle room temperature and humidity monitoring system based on LORA wireless communication

Wu Chenggang, Yuan Jun, Tang Jun

(Hangzhou Zhongce Qingquan Industrial Co. LTD., Hangzhou 311404, Zhejiang, China)

Abstract: Radial tires are influenced by various factors such as their internal structure and material characteristics, necessitating strict control over temperature and humidity during production. Excessively high or low temperature and humidity in the spindle room can affect the bonding performance between rubber and steel cord, thus precise monitoring of the temperature and humidity in the spindle room is required. This system upgrades the traditional single-point temperature and humidity detection to a systematic solution based on the LoRa wireless communication architecture, addressing issues such as low real-time data accuracy, low data precision, and the inability to provide real-time warnings for abnormal temperature and humidity conditions in the on-site environment. The system is easy to install, offers comprehensive monitoring, is scalable, and operates stably and reliably, providing high economic value in practical use.

Key words: temperature and humidity; LORA; wireless communication

(R-03)

《橡塑技术与装备》投稿邮箱: crte@chinarppt.com

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎惠登广告