

物流高架配电及电气控制柜温湿度合并

刘梁梁, 陈航, 罗增, 钟超*

赣州卷烟厂, 江西 赣州 341000

DOI:10.61369/ETQM.2025090017

摘 要 : 本研究基于某高架库设备在2025年2月2日至2月21日期间的温度与湿度监测数据, 分析了单一节点下温度与湿度的变化趋势及其相互关系。通过时间序列分析、统计相关性检验及周期性模式识别, 发现温度与湿度呈现显著负相关关系, 且两者均受昼夜变化影响。研究结果验证了自然环境中温湿度变化的基本规律, 并为设备运行环境的优化提供了数据支持。

关 键 词 : 温度-湿度关系; 时间序列分析; 周期性波动; 工业仓储环境; 单节点监测

Logistics Overhead Power Distribution and Electrical Control Cabinet Temperature and Humidity Combined

Liu Liangliang, Chen Hang, Luo Zeng, Zhong Chao*

Ganzhou Cigarette Factory, Ganzhou, Jiangxi 341000

Abstract : This study analyzed temperature and humidity trends at a high-altitude equipment facility using monitoring data from February 2 to 21, 2025, focusing on their interrelationships. Through time series analysis, statistical correlation tests, and periodic pattern recognition, we identified a significant negative correlation between temperature and humidity levels, with both variables being influenced by diurnal variations. The findings validate fundamental patterns of environmental temperature-humidity changes in natural settings while providing data-driven insights for optimizing equipment operating environments.

Keywords : temperature-humidity relationship; time series analysis; periodic fluctuation; industrial storage environment; single node monitoring

引言

温湿度监测是工业仓储环境管理的重要环节, 其动态关系直接影响设备稳定性与存储物品的质量。本研究以某高架库设备的长期监测数据为基础, 旨在揭示温度与湿度的变化规律及其内在关联, 为环境控制策略的制定提供科学依据。数据覆盖连续20天, 记录间隔为5分钟, 共计5760组数据, 具有高时间分辨率与连续性优势。

一、数据与方法

(一) 数据来源

数据来自设备30089881的节点1, 记录因子为“温度1”与“湿度1”, 时间范围为2025年2月2日00:00至2月21日15:30。数据完整无缺失, 温度范围13.3℃—19.2℃, 湿度范围41.4%—65.1%, 均在合理范围内。

(二) 分析方法

本研究采用了描述性统计分析、相关性分析、时间序列分析和异常值分析等方法, 对于温湿度相关的数据进行了深入地挖掘。而这些分析方法均基于成熟的统计学和数据分析理论。具体

的应用阐述如下表所示。

方法应用分析表

分析方法	理论基础	具体操作	在本研究中的作用
描述性统计分析	统计学基础理论	计算均值、中位数、标准差等统计量, 刻画温湿度数据的集中趋势和离散程度	快速掌握监测期间温湿度总体水平与波动幅度, 为后续分析提供基础信息
相关性分析	线性回归理论	计算 Pearson 相关系数 (取值 -1 到 1, 绝对值越接近 1 线性关系越强), 量化温度与湿度的线性关系	验证温度与湿度是否存在理论上的负相关关系

作者简介: 刘梁梁 (1989.08—), 男, 汉族, 江西赣州人, 本科, 工程师, 研究方向: 电气自动化、智慧物流。

时间序列分析	自回归模型 (AR)、移动平均模型 (MA)、自回归移动平均模型 (ARIMA) 等	识别温湿度变化的周期性模式，分解时间序列数据为趋势项、季节项和随机项	展现温湿度随时间变化的趋势和周期性特征
异常值分析	正态分布理论	依据正态分布中约 99.7% 数据落在均值 +3 个标准差范围内的特性，计算 Z-score 识别异常值	找出数据中的异常值，分析其产生原因，车辅助理解温湿度变化特殊情况及潜在影响因素

二、结果与讨论

结果分析一览表

分析项目	具体内容	结论
温湿度变化趋势	观察期内，温度从 17.1℃ 升至 17.9℃，湿度从 61.1% 降至 59.5%	符合理想气体状态方程原理，温度升高使空气容纳水汽能力增强，在水汽质是不变时相对湿度降低，工业环境中设备产热、通风等遵循此热力学规律
温湿度相关性分析	Pearson 相关系数 $r = -0.85$, $p < 0.01$ ，呈显著负相关	温度升高时，水分子动能增加，更多水汽进入空气使饱和水汽压增加，相对湿度降低；工业仓储中设备、货物、通风等因素会影响该关系
周期性变化模式	温湿度变化与昼夜交替相关，白天温高湿低，夜晚温低湿高	由外部环境昼夜温度变化和内部热惯性共同作用导致
滞后效应	湿度变化滞后温度变化 10–15 分钟	热惯性致使温度变化传导至空气并影响湿度存在时间差
异常值分析	2 月 4 日 08:25，温度突降至 17.6° °C ($Z\text{-score} = -3.1$) 湿度突升至 56.2%	可能因设备短暂停机或局部通风异常，验证温湿度负相关关系

（一）温湿度变化趋势

从整体上来看，温度与湿度呈现的是相反的变化趋势。具体来说：观察期间温度从 17.1℃ 逐渐地升至 17.9℃，而湿度却从 61.1% 降至 59.5%。该变化趋势与自然环境中的温湿度变化规律相符。若从热力学的角度进行解释，便需要结合理想气体状态方程 $pV = nRT$ （其中 p 为压强， V 为体积， n 为物质的量， R 为气体常数， T 为温度）。即在封闭空间内，当温度升高时，空气分子的热运动就会加剧，而分子间的距离便会增大，使得空气容纳水汽的能力增强。此时在水汽质量不变的情况下，相对湿度就会降低，进而导致温度与湿度呈现相反的变化趋势。虽然在工业仓储环境当中空间并非完全封闭，但设备运行产生的热量、通风系统的气流交换等因素同样地遵循着这一基本的热力学原理，因此会影响温湿度的变化趋势。

（二）温湿度相关性分析

Pearson 相关系数分析显示，温度与湿度之间存在显著的负相关关系（ $r = -0.85$, $p < 0.01$ ）。这表明温度升高时，湿度倾向于下降，反之亦然。而这种负相关关系的理论基础可以从水分蒸发与凝结的物理过程来解释。即当温度升高时，水分子的动能增加，此时更多的水分子能够克服表面张力从液态转变为气态，然后进入到空气当中，导致空气的饱和水汽压增加。由于相对湿度是实际水汽压与饱和水汽压的比值，所以在实际水汽压不变或

变化较小的情况下，饱和水汽压的增加就会使相对湿度降低。反之，当温度降低的时候，饱和水汽压就会减小，此时相对湿度就会升高。就工业仓储环境来说，设备运行产生的热量、货物本身的含水量以及通风系统的换气效果等因素，均会对这一过程产生一定的影响，因此会强化或削弱温度与湿度之间的负相关关系^[1]。

（三）周期性变化模式

时间序列分析揭示，温湿度变化存在明显的周期性模式，与昼夜交替相关。白天温度较高，湿度较低；夜晚温度较低，湿度较高。这种周期性变化可能是由于外部环境温度的昼夜变化以及设备内部热惯性的共同作用。

（四）滞后效应

进一步分析发现，湿度变化略滞后于温度变化，通常滞后 10–15 分钟。这体现了热惯性对湿度的影响，即温度变化需要一定时间才能传导到空气中，进而影响湿度。

（五）异常值分析

在 2 月 4 日 08:25，温度突降至 17.6℃（ $Z\text{-score} = -3.1$ ），同时湿度突升至 56.2%。这种异常变化可能与设备短暂停机或局部通风异常有关，进一步验证了温湿度之间的负相关关系。

（六）可能影响因素

分析发现，08:00–09:00 时段的温湿度波动较大，可能与以下因素有关：

设备运行状态：该时段为设备启动或者交接班的阶段，此时运行状态的变化就可能会导致温湿度产生波动。因为在设备启动的过程中，电气元件的通电发热、机械部件的运转摩擦等都会产生热量，进而使设备的内部温度升高。同时设备启动时的气流扰动，也影响着空气的湿度分布。如果从能量转换的角度来看，在设备启动时，电能会转化为机械能和热能，而这些热量的释放则会打破原有的热平衡状态，导致温度的上升。而温度的上升又会影响空气的湿度，进而使得温湿度发生波动。不仅如此，在交接班时段，操作人员对设备的检查、调试等操作也可能会改变设备的运行参数，最终影响到温湿度。

外部环境：外部气温和湿度变化通常会通过通风系统影响到内部环境。其中通风系统的主要功能之一，就是实现室内外空气的交换，以调节室内的温湿度。通常当外部环境温度和湿度发生变化时，通风系统引入的空气会将这些变化传递到室内。例如，早晨的外部气温一般较低，且湿度相对较高，此时通风系统引入的冷空气就会降低室内的温度，同时还会增加室内的湿度。此外风向和风速的变化也影响着通风的效果，进而会影响到室内温湿度。如果风向发生了改变，则可能会导致通风系统的进气口和出气口的气流分布发生变化，进而影响到空气的交换效率，最终便会引起温湿度的波动。

人为操作：如货物搬运等操作均可能会引入外部空气，进而导致温湿度发生波动。因为在货物搬运的过程中，仓库门会被频繁地开启，此时外部空气就会大量地涌入室内。而外部空气的温湿度与室内存在着差异，便会破坏室内原有的温湿度平衡。特别是在不同季节和天气条件之下，外部空气的温湿度变化非常之

大，此时对室内温湿度的影响就更为显著。比如，在冬季寒冷干燥的天气中，外部冷空气的进入就会使室内温度迅速地下降，湿度也会降低；而在夏季炎热潮湿的天气之中，外部热湿空气的进入会使室内的温度升高，湿度也会有一定的增加。此外货物本身的含水量和温度也会对室内的温湿度产生一定的影响。如果搬运的货物含水量较高或温度较低，那么在放置到仓库之后，就会通过水分蒸发或热量传递影响到周围空气的温湿度^[2]。

三、结论与建议

本研究表明，08:00–09:00时段温湿度变化呈现显著的负相关关系，且受设备运行状态和外部环境的影响较大。为优化该时段的环境控制，建议：

1. 加强监测：在08:00–09:00这个时段应该增加监测的频率，以确保能够及时地发现异常波动。原因如下：从数据采集和分析的理论角度出发来看，增加了监测频率，则能够获取更为密集的时间序列数据，此举有助于更加准确地捕捉湿度的变化趋势和异常情况。而通过高频次的数据采集，还可以运用更精细的时间序列分析方法，如高频时间序列模型，来深入地分析湿度的动态变化规律，进而能够为环境控制提供更及时、准确的信息支持。

2. 优化通风：根据湿度的变化规律，来调整通风的策略，如在温度上升前可以增加换气频率。就通风系统的优化方面而言，可运用流体力学和热交换理论，建立起通风模型，用于模拟不同通风策略下湿度的变化情况。而后通过模型分析，便能够确定出最佳的通风时间、通风量和通风方式，以实现对于湿度的

的有效调节。举个例子，在温度上升前可以增加换气的频率，从而提前将外部相对低温的空气引入室内，达到降低室内温度上升幅度的目的，同时还能调节湿度，以维持环境的稳定性。

3. 自动化控制：自动化控制系统主要基于控制理论和传感器技术，可以通过实时地监测温湿度数据，再运用反馈控制原理，实现自动调节设备运行参数和通风系统状态。如当系统检测到温湿度偏离设定范围时，就会自动地启动或调整通风设备、空调设备等，使温湿度可以迅速地恢复到正常水平。即自动化控制系统能够避免人为操作的延迟和误差，并且提高环境控制的精度和效率，进而能够保障设备运行与存储物品的质量。

通过以上措施，可有效提升08:00–09:00时段的环境稳定性，保障设备运行与存储物品的质量^[3]。

四、总结

本文通过详细分析设备30089881节点1在2025年2月2日至2月21日的温湿度数据，揭示了单一节点下湿度的动态关系及其变化趋势。研究发现，温度与湿度呈现显著负相关关系，且受昼夜变化影响。而异常值分析表明，设备运行状态和外部环境对温湿度波动有较大的影响。为此本研究综合地运用了热力学、气象学、统计学、传热传质学以及控制理论等多学科知识，为工业仓储环境管理提供了科学的依据，并且提出了优化环境控制的建议，以此为未来研究提供了方向。未来相关的研究可以进一步地拓展监测节点，着重分析多个节点之间湿度的协同变化规律，同时也可以深入地研究不同季节、不同地区工业仓储环境下湿度的变化特征，进而完善环境控制策略的理论和实践体系。

参考文献

[1] 张莹. 刍议电气工程中成套配电柜及配电箱的安装[J]. 建材发展导向(下), 2020, 18(5): 377.
[2] 河南众智天诚电力科技有限公司. 一种电气自动化控制柜及配电柜柜内安全监控系统: CN202411834516.6[P]. 2025-02-18.
[3] 浙江京能电力设备有限公司. 一种电气集成配电控制柜: CN202410920557.0[P]. 2025-04-22.