

# Study on comprehensive management method of humidity control and ventilation technology in flour storage process

Xiaoshan Zheng Xu Luo Pan Qi Yingxin Lu Chengbo Ke

Guangzhou Lingnan Sui Grain Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 511466, China

## Abstract

This paper explores the integrated management approach for humidity control and ventilation in flour storage. It examines how changes in humidity affect the hygroscopicity and physical and chemical properties of flour, and discusses the role of ventilation in humidity regulation and its synergistic mechanism with dehumidification techniques. The study shows that by integrating sensor networks and automatic control systems to create an intelligent management model for real-time monitoring of humidity, temperature, and airflow, precise and dynamic adjustments can be made to the storage environment. This method effectively reduces the number of mold colonies, extends the shelf life of flour, and enhances the stability of flour quality. Practical experience indicates that this comprehensive management approach not only enhances storage safety but also significantly improves overall economic benefits and management efficiency, demonstrating strong applicability and potential for widespread adoption.

## Keywords

flour storage; humidity control; ventilation technology; comprehensive management mode

# 面粉储藏过程中湿度控制与通风技术的综合管理方法研究

郑小善 罗旭 祁攀 卢颖欣 柯成波

广州岭南穗粮谷物股份有限公司, 中国 · 广东 广州 511466

## 摘 要

本文研究了面粉储藏中湿度控制与通风技术的综合管理方法,从湿度变化对面粉吸湿性及物理化学性质的影响出发,探讨了通风换气在湿度调节中的作用及其与除湿技术的协同机制。研究表明,通过引入传感器网络和自动控制系统构建实时监控湿度、温度和气流的智能化管理模式,实现了储藏环境的精准调控与动态调节,可以有效降低储藏环境中的霉菌菌落数,延长面粉的保质期,同时提升面粉品质的稳定性。实践表明,该综合管理方法不仅提高了储藏安全性,还显著改善了整体经济效益和管理效率,具有较强的适用性和推广价值。

## 关键词

面粉储藏; 湿度控制; 通风技术; 综合管理模式

## 1 引言

面粉作为重要的粮食加工产品其储藏过程对品质 and 安全性具有直接影响,储藏过程中湿度的波动容易导致面粉吸湿性增加,进而引发霉菌滋生和品质劣变,严重影响食用品质和营养价值。传统的储藏方法在湿度调控和环境管理方面难以满足现代储藏对长时间、高质量保存的需求,通风技术与湿度控制在改善储藏环境、延缓品质劣变方面发挥了重要作用。储藏技术的进一步发展需要在湿度与通风的协同作用上寻求更加科学、精准的管理方法,为提高面粉储藏的安全性和稳定性提供技术支撑。

【作者简介】郑小善(1990-),女,中国广东徐闻人,本科,助理工程师、高级技师,从事食品安全工程、粮食检测研究。

## 2 湿度变化对面粉储藏稳定性的影响

储藏环境中湿度的波动会直接影响面粉的吸湿性和物理化学性质,环境湿度较高时面粉容易吸收空气中的水分导致含水量增加,水分的增加为微生物的繁殖提供了适宜的条件,霉菌和细菌菌落数迅速上升进一步导致面粉的品质劣化<sup>[1]</sup>。高湿度条件下面粉的蛋白质、淀粉和脂肪等主要成分容易发生化学反应引发褐变现象和酸败问题,进而影响其色泽、气味和口感。湿度变化还可能造成面粉结块,降低流动性和加工性能直接影响使用效果。低湿度环境虽然能够减缓部分微生物的生长,但长期储藏中也可能引发面粉干燥现象导致其吸湿性增强,使后续受潮风险提高。湿度的不稳定性还会对包装材料的性能产生影响,增加外界湿气侵入的可能性会进一步加速面粉品质的下降,湿度变化对面粉储藏稳定性的负面作用已成为影响储藏安全性和经济效益的主要问题。

### 3 通风换气对湿度调节的有效性

通风换气能够将储藏空间内湿气排出并引入相对干燥的空气,减少环境湿度的蓄积。湿度水平的降低有效抑制了霉菌和细菌的生长环境,减少了面粉品质劣化的风险。储藏环境中的湿气来源于空气湿度和面粉的吸湿性,通风换气能够缓解湿气累积造成的湿度升高,对湿度的动态平衡起到关键作用<sup>[2]</sup>。通风换气能够将湿度较大的滞留空气及时排出避免内部湿气因封闭环境而持续累积,相较于密封储藏条件下的湿度控制,通风换气在一定程度上能够快速改善湿度过高的状况,天气干燥的时段其效果尤为显著。通风换气还可以调节储藏环境的温度,降低高温与高湿共同作用对面粉质量的影响。温度降低后空气中的相对湿度也会随之下降,从而减少储藏环境中湿度对面粉的影响。合理的通风设计能够避免局部湿气积聚现象,用均匀的空气流动实现储藏环境湿度的整体平衡,通风换气在一定湿度范围内还能起到抑制微生物的效果。

合理的通风管理需要充分考虑外界气候条件与储藏环境的湿度状况,干燥天气条件通风可以将外界的低湿度空气引入储藏环境从而降低内部湿度水平。通风频率的设定需要根据储藏环境的实际湿度水平进行调整,湿度变化较大的季节可以适当提高通风频率确保湿度调控的持续性。通风频率过高引入过多外界湿气会增加储藏环境湿度的波动,频率过低则会导致储藏空间内湿气难以及时排出增加湿度升高的风险,合理的通风频率应根据储藏环境的湿度监测结果动态调整。

## 4 湿度控制与通风技术的综合管理模式

### 4.1 湿度与通风协同作用的机制分析

湿度控制与通风技术的协同作用在面粉储藏环境管理中是实现储藏品质稳定的关键手段,面粉储藏环境的湿度控制主要依赖密封包装和除湿技术,密封包装能够有效隔绝外界湿气的侵入,高阻隔性能的材料能减少了环境湿度对面粉品质的直接影响,除湿技术则用主动调节储藏环境中的湿度水平的方式,降低了空气中的水汽含量使湿度维持在适宜范围。而长期单一使用密封或除湿手段可能导致储藏环境内的湿气无法有效扩散,局部湿度升高的风险增加,高湿环境或季节可能加剧储藏条件的恶化。

通风技术在湿气排除和湿度均衡方面起到了弥补作用,通风换气能够用空气流动将储藏空间中的湿气及时排出并引入相对干燥的空气,降低湿度积聚对面粉品质的负面影响。储藏环境湿气浓度偏高的情况下,短时间通风能够有效降低湿度水平使储藏环境恢复平衡状态。通风技术能排出湿气还能带走储藏过程中产生的热量,进一步降低高温高湿条件下霉菌和细菌的生长速度。湿度与通风的协同作用是储藏环境动态平衡的实现基础,高湿季节或潮湿地区外界湿气通过空气交换进入储藏环境的风险较高。密封储藏能够减

少外界湿气对面粉的直接影响,短时间通风在局部湿度积聚时发挥辅助作用,帮助排除滞留湿气并防止其影响扩散。干燥季节或干旱地区储藏环境可能因过度干燥导致空气流通不足或湿度过低,适当的通风操作可以引入外界适度湿润的空气,缓解长期密封可能导致的氧气不足或面粉品质下降的问题。

通风的协同作用在储藏环境管理中需结合环境条件进行优化设计,环境条件包括季节性气候变化、储藏仓库结构以及面粉的储藏规模等因素,高湿季节的储藏环境需要增加通风时段和频率。气候干燥时适当减少通风以防止湿度下降过快造成不必要的品质损失,局部湿气积聚区域可以用定向通风的方式实现精准排湿,而整体环境则需要均匀通风以确保空气流通的全面性<sup>[3]</sup>。协同作用的机制分析表明,湿度与通风技术的结合能够提高储藏环境的稳定性,减少单一技术的局限性。

### 4.2 储藏环境动态监测与数据调整机制

储藏环境中的湿度、温度和气流等参数影响面粉的品质和储藏稳定性,动态监测可以及时掌握储藏环境的变化趋势为后续的调控提供科学依据。动态监测机制的核心在于传感器的布置与数据采集系统的搭建,湿度传感器应布置在储藏仓库靠近地面的区域、顶部空间以及通风出口和密封包装的周围等关键位置,这样的布置可以全面捕捉储藏环境中的湿度变化避免单点监测可能导致的数据偏差。温度传感器则需要与湿度传感器协同布置,气流传感器的设置重点在于通风通道和空气流动的主要路径以确保通风效率的评估和调整能够基于准确的数据进行。

实时数据采集系统用连接各个传感器的方式将采集到的湿度、温度和气流数据传输到中央控制单元,数据用无线通信或有线网络传输并在控制系统中进行实时处理和分析。动态监测系统可以设置报警阈值,当储藏环境中的湿度或温度超出安全范围时系统能够发出警报提示管理人员采取措施。这种实时监测的方式能够及时发现储藏环境中的潜在问题,有效避免储藏条件恶化导致的面粉品质下降。

数据调整机制的设计需要结合监测数据的特点和储藏需求,包括通风设备、除湿设备和加湿设备的智能化控制。综合管理模式可以用预设参数与实际监测数据的对比来判断储藏环境的变化趋势,并自动启动相应设备进行调控。当湿度传感器检测到储藏环境湿度超出设定范围时,通风设备可以自动启动,根据湿度水平调整风机的运行时长和强度排出过多的湿气。如果湿度过低系统会启动加湿设备进行补湿,避免面粉因过度干燥而品质下降。

动态监测与数据调整机制的优势在于反应灵敏、控制精准和管理高效,实时监测系统能够捕捉储藏环境中的细微变化并将变化完整记录下来为后续的策略调整提供数据支持。如分析湿度变化的历史数据可以发现储藏环境中的长期趋势或周期性变化并基于此优化储藏管理策略。动态调整机

制则用自动化操作减少了人工干预的需求大幅降低了人为判断误差和操作失误的可能性,传统的手动监测和调控方式难以全面应对储藏环境中的参数变化复杂且相互关联的问题,智能系统能够用算法分析多个传感器的监测数据结合储藏环境的实际情况实时调整湿度控制和通风设备的运行状态,智能化的调控方式使储藏环境始终处于最佳状态进一步提高了储藏效率和面粉品质的稳定性。

动态监测与数据调整机制还具有较高的经济性和适应性,智能化系统的初期投入可能较高,但在长期使用中能够降低管理成本。自动化运行减少了人工成本,精准控制避免了因储藏条件不佳导致的面粉损耗从整体上提高了储藏经济效益。该机制还可以根据不同储藏规模和环境条件进行灵活调整,从小型储藏仓库到大型储藏中心均可适用,具有较强的普适性和可扩展性。

### 4.3 综合管理模式的实施效果评估

综合管理模式的实施效果直接关系到面粉储藏的质量和经济效益,科学的效果评估能够验证模式的实际应用价值,为后续优化和推广提供依据,湿度控制、通风效率和面粉品质等效果评估指标的改善能够直观反映综合管理模式的优越性。储藏环境湿度过高会导致霉菌和细菌的快速繁殖从而影响面粉品质,湿度动态监测与数据调整机制可以让储藏环境湿度能够被精确控制在安全范围内<sup>[4]</sup>。

华南储藏中心长期负责大规模面粉的储藏与流通,梅雨季节和高湿环境下储藏仓库内的湿度水平常常超过85%,远高于面粉安全储藏湿度范围,且高湿度条件下该中心的霉菌菌落数频繁超过国家食品安全标准,面粉的色泽、气味和口感都发生明显劣化。统计数据显示,该中心每年因面粉品质劣化造成的经济损失占总储藏量的10%至15%,成为粮食管理中的一大难题。引入综合管理模式后华南储藏中心开始对湿度和通风技术进行系统性升级,在每个储藏仓库内安装了高精度湿度传感器和温度传感器,所有传感器的数据实时传输至中央控制系统,管理人员可以在平台随时查看湿度和温度变化,湿度接近14%上限时系统会自动启动通风设备或除湿机迅速排除湿气。同时该中心在每个仓库顶部设置了风机组,仓库两侧安装了辅助风道形成空气流通的闭环结构。配合高效的除湿设备,仓库内湿度被精确控制在12%~14%的范围内。监测数据显示引入综合管理模式后华南储藏中心仓库内的霉菌菌落数下降了近80%,从原来的超标频发逐渐趋于稳定并符合国家食品安全标准。储藏期间面粉的保质期延长了30%以上,之前储藏面粉常见的结块

现象也基本消失,样品检测中未再发现明显的酸味或霉味。动态监测与数据调整机制还降低了储藏管理的复杂性,管理人员无需频繁巡查仓库,中央控制系统提供了实时数据和操作建议。智能化设备的应用减少了人工操作失误的风险提高了管理效率和设备运行的精确性。管理者在远程端即可实现对所有储藏仓库的实时监控和调控极大地提升了管理的便捷性。

综合管理模式在储藏环境中的湿度控制和通风效率方面对面粉品质的提升和经济效益的改善起到了关键作用,综合管理模式在实际应用中表现出的便捷性和智能化水平进一步增强了其推广应用的价值,这种模式适用于面粉储藏的同时还为其他粮食及农产品的储藏管理提供了重要的参考和借鉴,为粮食储藏技术的发展方向提供了实践依据。

## 5 结论

现有储藏条件下通风换气及时排除湿气并引入干燥空气弥补了密封储藏在湿气扩散和湿度均衡上的不足,使得储藏环境的动态平衡得以实现,动态监测系统的实时数据采集与智能化分析进一步提高了调控的科学性和效率,为管理人员提供了全方位的决策支持。

湿度控制与通风技术的综合应用在实际储藏案例中降低了霉菌菌落数延长了面粉的保质期,提升了经济效益和管理效率表现出良好的适应性与普适性。

综上所述,面粉储藏过程中湿度控制与通风技术的综合管理方法在实际应用中有效改善了储藏环境的稳定性,并为面粉品质的长期保持提供了可靠保障,结合动态监测与数据调整机制的智能化管理模式实现了湿度、温度和气流等储藏参数的精准控制,减少了微生物滋生和品质劣化的风险。综合管理模式在保障面粉储藏安全性和品质稳定性方面取得了突出的效果,为现代粮食储藏技术的发展提供了创新性解决方案和理论支持。

## 参考文献

- [1] 尹国彬.一种利用空气比焓及绝对湿度选择粮食降水通风时机的方法[J].粮油食品科技,2024,32(06):196-202.
- [2] 杨庆生,彭迪云,张锐,等.一种智能化的温湿度智能控制系统[J].港口科技,2024(10):31-32+36.
- [3] 曹勇,郝建宇,姜兰芳,等.不同储藏温湿度对面粉中粗蛋白及湿面筋的影响[J].现代食品,2022,28(22):149-151.
- [4] 周建新,彭雪霁,高瑀琰,等.温、湿度对储藏小麦粉中霉菌区系的影响[J].中国粮油学报,2010,25(11):94-97.