

智能通风技术实仓应用现状

陈赛赛¹, 王伟宇², 张勇¹, 焦义文¹, 尹道娟²

(1. 安徽博微长安电子有限公司, 安徽 六安 237010;

2. 河南工业大学, 河南 郑州 450052)

摘要:粮食储藏智能通风技术可实现粮情的智能化分析判断, 实现通风作业的全程自动监控, 具有高效节能、节约劳动力等优点。通过对智能通风技术在粮库安全储粮的应用进行综述, 介绍了该技术在粮库降温通风、降水通风、排积热通风等方面的应用现状, 并展望了在数字化粮库建设中的发展前景, 以期智能通风技术在数字化智能粮库建设中更广阔的应用提供参考。

关键词:智能通风; 粮情检测; 降温; 降水; 排积热

中图分类号:TS 379.9; TP 274 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2015)02-0093-04

Application of intelligent ventilation technology in granary

CHEN Sai-sai¹, WANG Wei-yu², ZHANG Yong¹, JIAO Yi-wen¹, YIN Dao-juan²

(1. Anhui Brainwave Chang'an Electronics Co., Ltd. Liuan Anhui 237010;

2. Henan University of Technology, Zhengzhou Henan 450052)

Abstract: Intelligent ventilation technology for grain storage can realize intelligent analysis and judgment of storage conditions, it can achieve full automatic monitoring in ventilation operation as well as has many advantages such as high efficiency, energy saving and labor saving. The application of intelligent ventilation technology in grain safe storage was reviewed, including in ventilation for decreasing temperature, decreasing humidity and removing accumulated heat and other aspects. The prospect of constructing the digital grain depot was also expected, which would provide references for the broader application of intelligent ventilation technology in the construction of digital granaries.

Key words: intelligent ventilation; grain condition inspection; decreasing temperature; decreasing humidity; removing accumulated heat

粮食作为关乎国计民生的重要战略资源和特殊商品, 其数量与质量安全关系到社会稳定和国民经济的发展。我国由于人口基数大、粮食人均占有量少等原因, 长期以来都建立有相应的粮食储备体系, 我国粮食储备具有储量大、储存期长等特点, 做好粮库的精准作业管理和智能控制是实现粮食宏观调控、维护国家粮食安全的关键。在粮食储藏过程中, 为了减少粮食“质”与“量”的损失, 控制粮食品质劣变, 需要根据粮情变化实时调节粮仓内环境。机械通风技术作为粮食储藏的基本技术, 主要利用风机将空气送入粮堆, 以调整粮堆温度、湿度等物理参数, 该技术由于能较好的改善储粮条件、保持储粮品质、预防储粮隐患, 被广泛应用于储粮日常管理^[1]。

机械通风技术作为保障储粮安全的必要手段, 已经受到广泛的应用, 但由于通风条件的判断需要综合考虑粮堆温度、储粮水分、大气温湿度以及粮种等诸多因素, 人工判断过程较为繁琐, 实际操作时经常需要依靠经验来完成, 存在一定的主观性, 并容易导致无效、低效通风甚至有害通风现象的发生^[2]。随着计算机技术、网络技术与智能传感技术的迅速发展, 储粮智能化通风技术的研究得到了广大学者的普遍关注。与传统机械通风技术相比, 智能通风技术具有节约劳动力、提高通风质量、节能减排、避免无效通风和有害通风等优点, 可以较好的控制粮仓储粮环境和粮食品质。目前, 该技术在自然通风、降温通风、降水通风、调质通风、排积热通风等方面的研究与应用已经取得

收稿日期: 2014-08-27

作者简介: 陈赛赛, 1988年出生, 男, 硕士。

了一定进展。

1 储粮智能通风技术

储粮智能通风技术是使用传感器和计算机实时采集和监控粮情信息,并根据通风目的、储存粮种、通风设备与设施的状态等因素,控制通风口、通风窗以及各类通风设施的开启和关闭,根据相应智能通风策略对粮仓进行通风,从而实现储粮通风的智能化、科学化管理^[3]。

储粮智能通风技术主要考虑粮情检测、粮情分析和粮情控制三个方面。其中,粮情检测主要依靠粮情传感器采集粮堆、粮仓、大气温湿度以及储粮害虫与微生物信息,并通过测控分机、分线器等设备将数据上传至主控计算机;粮情分析是根据历史检测数据,归纳本地区粮温、仓温以及气候变化规律,确定适宜的通风条件,给出最优粮情处理方案;粮情通风控制是根据不同通风目的达到的触发阈值,实现风机等通风设备的开启与关闭^[4-6]。

在储粮智能通风系统中,能否正确检测出粮情变化、分析判断异常变化并给出合理的处置建议,是判断能否保证储粮安全的重要因素,也是处理措施是否经济可行、能否达到节能减排要求的关键。因此,一个高效可靠的储粮智能通风系统除了要有精确的数据监测与传感设备,还应该能像专家一样运用知识对粮情变化情况作出准确判断并选择最佳处理方案。储粮机械通风专家系统能够通过人机交互和系统自学习方式知识获取和修订补充,最终拥有各种与储粮机械通风和储粮安全相关的数据和经验知识,并建立相应的数据库和模型库。作为计算机专家系统在储粮智能通风领域的应用,储粮机械通风专家系统能够在智能通风时的决策方面以及通风过程中的控制方面起到高级储粮专家的作用,并可对不同储藏环境下的智能通风决策和控制进行模拟和比较,并最终得到一套经济有效、安全优化的智能通风方案^[7-9]。

2 储粮智能通风技术应用现状

储粮机械通风的功能主要包括降温通风、降水通风、调质通风,以及排仓内积热、环流熏蒸等其它功能的通风。在实际应用中,需要使通风目的与通风具有的功能、通风时机相协调。此外,在通风时需

选择一定的大气条件,以满足通风目的的需要并限制不利的通风作用,防止粮层结露和湿热聚集等现象的发生。智能通风技术可以综合考虑大气温度、湿度、露点等参数之间的关系以及各种条件的组合,通过粮情分析从上述诸多参数中找到最佳的平衡点,并在原有储粮机械通风系统的基础上对其进行智能化分析控制,实现粮食的降温、降水等智能化通风操作^[10]。

2.1 储粮降温智能通风技术应用现状

储粮智能通风系统运用于粮食降温时,主要用于在低温季节进行通风以降低粮温,或者用于处理发热粮和高温粮。此外,粮食在低温环境下储藏可以显著降低其品质陈化速度,并可降低储粮害虫和微生物的活动,因此严格的控制储粮温度对保证储粮品质有着重大的意义。

根据储粮生态环境,可以将我国分为低温区、中温区和高温区三个典型的储粮生态区域。根据不同的储粮生态区域设置相应的低温储粮优化集成方案,可以达到最佳的储粮效果^[11]。但无论哪一种储粮方案,通风降温的进行均需满足一定的温湿度条件:当粮食水分高于当地储粮安全水分时,允许通风的开始条件为粮堆平均温度与仓外气温之差不小于 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$,亚热带地区为 $6\text{ }^{\circ}\text{C}$;湿度条件应满足即时粮温下的粮食平衡绝对湿度大于即时大气绝对湿度,或者粮堆的平衡相对湿度大于粮堆温度下空气相对湿度。当粮食水分不高于当地储粮安全水分时,降温通风对湿度条件不作要求。粮食平衡绝对湿度与大气绝对湿度的数值需要查表确定,使用智能通风技术进行粮食降温,避免了人工操作的繁琐流程。

陈小平等^[12]进行了冬季粮堆降温的智能通风控制系统与人工控制的对比试验。结果表明,智能通风对通风时机的把握要优于人工控制,并且可以选择适当的大气相对湿度,可有效保持粮食水分,减少粮食数量损失。此外,在能耗方面,采用智能通风系统的仓房单位通风能耗仅为传统通风模式的18%。余吉庆等^[13]将智能通风与人工操作机械通风的降温效果、换气效果和能耗进行对比,发现智能通风降温的平均单位能耗仅为人工操作的33%。

此外,经过冬季通风,采用智能通风的试验仓各层粮温以及总平均粮温与对照仓相比均有明显降低,并且智能通风可以减小冬季通风降温过程中的粮温变化幅度,提高储粮稳定性。汪宁等^[14]通过连续通风与间歇通风的比较发现,两种通风方式均能达到降低粮温的目的,但间歇通风可以避免连续通风过程中的温度回升现象,并且能耗较低、储粮水分损失较少。由此可见,与传统通风方式相比,采用智能通风技术根据粮温变化进行间歇通风具有较高的实用性和可操作性。

2.2 储粮降水智能通风技术应用现状

储粮进行降水通风时,主要考虑降低粮食含水率,提高其储藏稳定性。与降温通风相同,降水通风的进行也需要满足一定的温湿度条件。其中,允许降水通风的温度条件需满足粮堆均温大于大气露点温度,湿度条件需满足大气绝对湿度小于粮食水分减小一个百分点后的水分值和即时大气温度值所查得的平衡绝对湿度。由于大气露点温度与平衡绝对湿度需要查表确定,具有一定的繁琐性。采用智能通风技术降低储粮水分,可以事先录入相应参数,避免了人工操作的繁琐与依靠经验值的主观性判断错误。

余吉庆等^[15]在小麦入库结束后,对入库的高水分小麦进行了智能通风降水试验:对入库的粮食进行水分检测后,启动智能通风系统,采用吸出式通风并混合使用翻粮机辅助翻动进行小麦就仓干燥。当中上层粮食水分降低到13%以内时,中下层粮食水分仍然在13.5%左右,此时采用压入式通风方式使空气从粮堆底部向粮面流动,以降低中下层粮食水分。采用这种通风模式并使用智能通风系统的自动换气功能,在早晚气温变化导致仓温与气温相差较大时,启动轴流风机进行换气,可以达到较好的降水与节能效果。

2.3 储粮调质智能通风技术应用现状

在粮食降温等过程中,由于过度通风、风机或通风方式选择不合理、大气相对湿度低于粮堆平衡相对湿度等原因,极易引起储粮水分的损失,从而造成粮食重量的损失并影响其加工品质^[16]。储粮调质通风是利用通风机产生的气压将外界湿空

气引入粮堆,从而使储粮水分增加,其目的在于在粮食加工前适当调整其水分,以改善粮食加工工艺品质。

允许调质通风的温度条件为粮堆平均温度大于大气露点温度,并且通风后的粮堆最高温度不超过粮食增加水分后的安全储存温度;允许调质通风的湿度条件为即时大气绝对湿度大于粮食水分增加2.5个百分点后的水分值和即时大气温度值所查得的平衡绝对湿度。除了需要满足调质通风的开始和结束条件外,需要注意的是调质通风作为粮食品质调节的一种补救手段,不允许在正常保管期间使用,以免造成储粮事故。在实际操作中,由于调质通风的参数不易控制,有时并不能达到较好的调质效果,如果调质通风操作不当,还容易发生水分过高甚至结露霉变的事故,因此其通风参数与通风时机的选定是需要关注的重点^[17]。智能通风技术由于能够准确判断通风时机并控制通风设备的开启和关闭,因此对避免调质通风导致事故尤为重要。

2.4 储粮排积热智能通风技术应用现状

夏季由于仓外气温较高,会造成粮仓上部和表层粮温的升高,利用智能通风控制系统根据粮仓内外温差变化进行间歇性通风可以较好地控制外温对粮堆的影响,避免粮堆各层温差过大而发生的结露现象^[18]。

赵小军等^[19]利用智能通风进行了夏季排除仓内积热试验,首先由计算机采集大气温湿度、仓温、仓湿、粮堆温度等实时数据,依据当地气候变化规律,找到排积热的最佳通风参数。由观测数据得出适宜在气温仓温温差2℃以上的夜间进行排积热通风。与对照仓比较后发现,利用智能通风技术可以更有效的降低仓温、及时排除仓内积热,并且在雨后气温较低的时间段,智能通风能较好地降低上层粮温。鲁海峰等^[20]选取浅圆仓、房式仓和钢板仓,使用智能通风系统进行了仓房排热与常规排热的对比试验,结果显示利用智能通风系统可以解决粮堆因温差过大而产生的结露现象,并可有效减少无效通风、实现节能降耗排热。其中,采用智能通风系统的房式仓、浅圆仓的通风时间仅为常规排热房式仓和

浅圆仓的41%和66%,采用智能通风的高大钢板仓在一个月内的通风时间也比常规通风的钢板仓节省了25 h。

3 问题与展望

智能通风技术因其高效节能、节约劳动力等优点,受到了众多学者与粮食仓储企业的广泛关注,该技术在粮食降温、降水、粮仓排积热等方面已取得一定进展。但由于受到目前的检测方法与粮库基础设施不足等方面的限制,智能通风技术实仓应用还存在许多需要解决的问题。如:

(1)粮堆水分数据信息采集困难。目前还没有成熟的粮堆水分传感器,通风时粮食水分的检测仍以人工取样检测为主,虽然水分传感器的研制也有较大的进展,但与温度传感器相比,其稳定性与精度仍难以满足实际应用的要求。如何提高粮堆水分传感器的测试精度和稳定性,是一个亟需解决的问题。

(2)无线传感网络应用不够普及。传统的粮库温湿度监测系统一般都采用电缆布线与人工扦样的方法,需要铺设大量电缆,对于面积大且布局分散的粮库导致布线困难。利用 ZigBee 无线通信等技术构建无线传感器网络,建立相应的粮库温湿度实时监控,是粮情检测研究需要关注的重点。

(3)粮情信息参数不够全面。由于受到目前的检测方法以及检测设备条件的限制,一些粮堆生态参数特别是生物参数还没有完全融入到智能粮情分析系统中。

伴随着计算机技术、无线通信和传感技术的迅速发展,智能通风技术实仓应用将受到广大学者与粮食部门更广泛的关注。在储粮智能通风技术的研究与应用中,随着分析模型的不断完善,智能通风分析技术与储粮专家系统也会更加融合,从而可以进一步降低仓管人员的工作强度。开发相应的粮堆水分传感器、建立粮库无线传感器网络,可以更精准地对粮情进行分析判断并加快粮库智能化进程,应给予足够的重视。此外,进一步检测并完善粮堆生态参数,可以全面地从物理、化学、生物等方面综合分析粮情变化规律,为智能通风的粮情分析判断提供

更丰富的数据信息和判断依据,因此也应该加强研究力度。

参考文献:

- [1]张来林,金文,朱庆芳,等. 储粮通风技术的应用及发展[J]. 粮食加工,2011,36(3):66-70.
- [2]沈宗海. 储粮智能化通风控制数学模型[J]. 粮食储藏,2008,37(4):41-44.
- [3]王强. 智能机械通风控制系统的实现和应用[J]. 粮食储藏,2011,40(2):31-33.
- [4]冯黎明,陈卫东,吕宗旺,等. 储粮智能通风系统研究[J]. 电脑知识与技术,2013,9(15):3588-3590.
- [5]鲁海峰,高峰. 粮仓智能通风控制系统[J]. 粮食储藏,2007,36(6):17-21.
- [6]衣翠平. 基于无线传感器网络的粮库温湿度实时监控系统设计[D]. 吉林:长春理工大学,2012.
- [7]黄春霞. 储粮机械通风智能控制专家系统的研究与开发[D]. 沈阳:东北大学,2005.
- [8]甄彤,何小平,祝玉华. 基于专家系统的储粮机械通风控制系统[J]. 现代电子技术,2008,(8):168-170.
- [9]甄彤,何小平,祝玉华. 专家系统在储粮机械通风控制研究中的应用[J]. 河南工业大学学报,2008,29(1):83-86.
- [10]史钢强. 智能通风操作系统水分控制模型优化及程序设计[J]. 粮油食品科技,2013,21(5):109-113.
- [11]白旭光,卞科,田书普,等. 中国典型储粮生态区低温储粮的优化集成方案[J]. 粮食储藏,2006,36(35):24-28.
- [12]陈小军,赵小军,王中树,等. 西安地区智能通风冬季降温试验研究[J]. 粮食储藏,2006,35(5):22-25.
- [13]余吉庆,李宗良,周智华,等. 智能通风在储粮降温中扩大应用的研究[J]. 粮食储藏,2012,41(6):22-26.
- [14]汪宁,王旭峰. 机械通风在高大平房仓储粮中的应用[J]. 农业机械,2011,37(20):124-126.
- [15]余吉庆,周智华,万清,等. 智能通风技术应用之高水分粮就仓干燥能耗测算[J]. 粮油仓储科技通讯,2011,(6):23-26.
- [16]金梅,陶诚. 储粮保水问题探讨[J]. 粮食储藏,2010,39(3):53-56.
- [17]蒋春贵. 稻谷增湿调质通风的效率与安全[J]. 粮食科技与经济,2011,36(5):27-28.
- [18]郇昌荣,陈鸿. 从粮堆结露的本质特点谈机械通风条件控制[J]. 四川粮油科技,2003,(3):35-40.
- [19]赵小军,袁耀祥,王录印,等. 高大平房仓智能通风系统夏季排除积热试验[J]. 粮食储藏,2005,34(6):38-40.
- [20]鲁海峰,王铁钢,时清林,等. 采用智能通风的科技手段实现仓房节能排热低温储粮[J]. 粮食储藏,2009,37(2):27-29. 完