

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2019.03.009

湖南优质稻保水降温 横向通风工艺研究

陈金男¹, 李倩倩¹, 毕文雅¹, 姜俊伊¹, 陈渠玲², 张源泉², 陈昌勇², 石天玉¹

(1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037;
2. 湖南粮食集团有限责任公司, 湖南 长沙 410008)

摘要: 粮食储藏期间的通风降温过程会导致储粮水分不同程度的下降。利用横向谷冷通风的特点, 对湖南省优质稻谷进行粮面覆膜、轴流风机通风保水降温进行测试, 保证粮食的优质品质, 节约能源, 减少经济损失, 达到绿色生态储粮的目的。

关键词: 横向通风; 优质稻; 保水; 降温

中图分类号: TS205.9; S379.5 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2019)03-0052-04

Study on transverse ventilation technology for water holding and cooling of high quality rice in Hunan

CHEN Jin-nan¹, LI Qian-qian¹, BI Wen-ya¹, JIANG Jun-yi¹, CHEN Qu-ling²,
ZHANG Yuan-quan², CHEN Chang-yong², SHI Tian-yu¹

(1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037;
2. Hunan Grain Group Limited Liability Company, Changsha Hunan 410008)

Abstract: The processes of ventilation and cooling during grain storage will lead to decrease of grain moisture in different degrees. With the advantage of transverse grain cooling and ventilation, the high quality rice was tested by covering film on the surface of grain pile and cooling with axial draught fan in Hunan province to ensure the quality of grains was kept, which saved energy, reduced economic losses and achieved the goal of green ecological grain storage.

Key words: transverse ventilation; high quality rice; water holding; cooling

目前, 在冬季对粮仓进行通风降温是应用较为广泛和成熟的绿色储粮技术^[1]。平房仓储粮横向通风技术是针对现有竖向仓通风系统不足所研发的一种全新通风方式, 与竖向仓相比, 其具有气流途径比小、通风效率高、通风均匀性良好等特点^[2-3]。横向通风采用粮堆粮面密封的方法, 能够很好地均衡粮温, 提高储粮安全性, 且机械化程度较高^[4]。采用粮面覆膜、横向谷冷通风的储粮技术, 能够有效提高通风效率, 降低仓内粮温,

减缓粮食裂变速度; 同时防止通风过程造成的粮食水分流失, 降低由于水分减少对粮库、企业造成的经济损失。该项技术储藏效率高, 节能减耗、降低劳动强度, 是一种安全稳定的绿色生态储粮技术, 具有良好的发展前景。

湖南省地处华中地区中温高湿储粮生态区(第五区), 夏季高温、高湿。利用冬季通风, 可有效降低粮仓内粮堆温度, 并在粮堆内部储存大量冷源, 能够有效提高夏季粮堆的热稳定性, 使粮食安全度夏, 是行之有效的减损方法^[5]。湖南省作为水稻的主产区, 有30多个县被列为优质稻米生产基地县, 其籼稻产量占全国的17%左右^[6]。优质稻对粮食储藏也有较高的要求。

收稿日期: 2019-02-25

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2016YFD0401002)

作者简介: 陈金男, 1991年出生, 女, 硕士, 研究实习员。

通讯作者: 石天玉, 1980年出生, 男, 博士, 副研究员。

本实验通过覆膜横向谷冷通风技术，对湖南省的优质晚籼稻进行保水降温实验，效果显著，为优质稻谷保水储藏提供技术和理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验仓房

实验仓房为湖南粮食集团有限责任公司开慧收储点 0P4 号仓，该仓内长 35.6 m，跨度 23.6 m，装粮线高度 5.8 m，地面面积 840.16 m²，粮堆体积 4 813 m³，风网类型为横向通风，风网体积为 60 m³。

1.2 实验粮食

0P4 号仓储存的是 2016 年湖南收获的晚籼稻，2017 年 1 月 20 日入仓，散装保管，质量为 2 773.6 t，装粮线高度 5.8 m。入仓粮食水分为 13.5%，杂质 1.0%，整精米率 53.4%，出糙率 76.5%，发芽率 97.0%。

1.3 实验设备

通风系统是根据开慧收储点当地气候条件及仓房结构，使用的是内置式 4 kW 轴流风机，单位风量为 4.4 m³/h·t，效率 22%。0P4 号仓原有通风口，因尺寸大小和实际位置不能满足横向通风的通风风量和均匀性要求，根据现有仓房条件，一侧新增一个通风口且调整一个通风口的位置，并且在对面相同位置增加三个对应的通风口。

1.4 实验方法

1.4.1 通风方式

实验采用横向谷冷通风方法，在仓房三个通风口分别连接 3 台负压分体式谷物冷却机和相应的风机，对粮堆进行整仓通风。定时测定整仓粮

温和水分变化、谷冷机端和风机端的静压、风速、温湿度等参数，平均粮温达到目标温度后，结束实验。

实验实施全程覆膜分阶段横向通风，第一阶段通风在 11 月中旬至 12 月初，历时 25 d，累计通风 240 h；第二阶段通风为翌年 1 月上旬至月底，历时 23 d，累计通风 73.67 h。

1.4.2 扦样与检测方法

为保证所扦样品具有代表性，在仓房四角和中央设置 5 个扦样点，分别在粮面下 50 cm、粮堆中部和距地面 50 cm，扦样点距离仓房内墙壁 50 cm。通风开始前和通风结束后分别扦样，共扦取 30 个样品，扦样点分布如图 1。扦样点上、中、下分别为 1、2、3，则编号 1-1 的扦样点为 1 号上层扦样点。

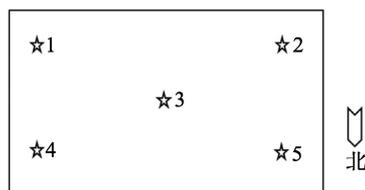


图 1 0P4 号仓扦样点

水分检测采用 GB 5009.3—2016 规定的 105 直接干燥法；出糙率检测采用 GB/T 5495—2008 方法；脂肪酸值采用 GB/T 20569—2006 方法；整精米采用 GB/T 21719—2008；黄粒米采用 GB/T 5496—1985 方法。

2 结果与分析

2.1 通风过程中 0P4 号仓层温变化

两阶段通风过程中，0P4 号仓各层平均粮温、全仓最高粮温变化图如图 2 和图 3 所示。

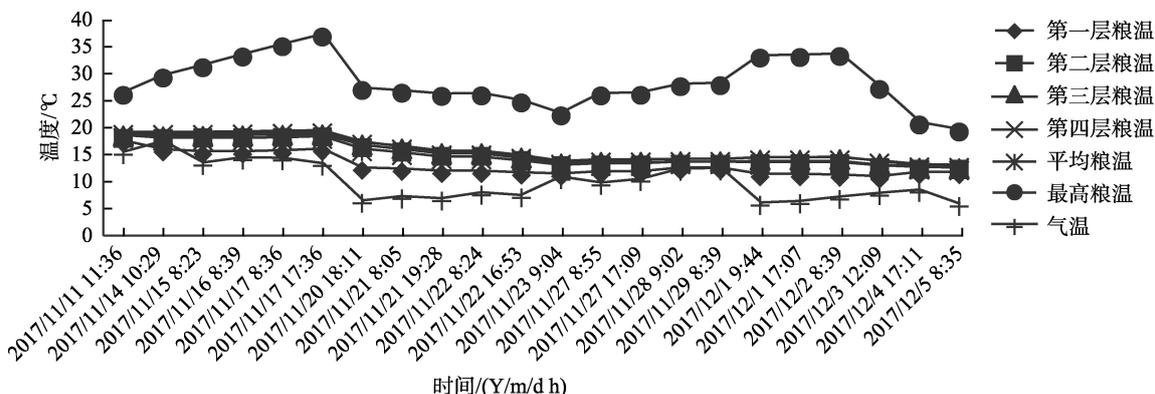


图 2 0P4 号仓第一阶段通风层温变化

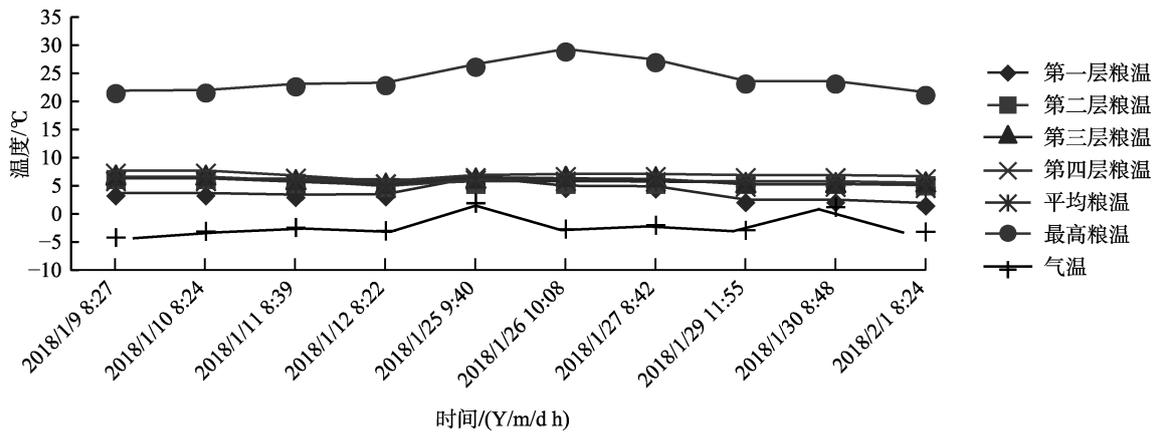


图 3 0P4 号仓第二阶段通风层温变化

在两次通风过程中,大气温度始终低于粮温,成功避免了无效通风和有害通风。第一阶段通风过程中的大气温度在 6~17 ,早晚温差较大,天气以阴天、小雨天气为主,大气相对湿度 60%~85%。通风以均衡粮温、防止粮堆结露为主,累计通风 240 h,平均粮温由 18.1 下降到 12.1 。其中,表层平均粮温下降到 10.5 ,中上层平均粮温都下降到 12.3 ,中下层平均粮温下降到 12.4 ,底层平均粮温下降到 12.6 ,全仓最高粮温由 36.8 下降到 19.2 。

第二阶段通风过程湖南省进入深冬季节,气温-4~2 ,以雨、雪天气为主,大气相对湿度 72%~83%。通风以保水为主,累计通风 73.67 h,其中,表层平均粮温下降到 1.4 ,中上层平均粮温下降到 5.0 ,中下层平均粮温下降到 5.7 ,底层平均粮温下降到 6.2 ,全仓最高粮温由 28.8 下降到 21.1 ,整仓平均粮温平稳地保持在 5.3 左右,并未受到外界天气的影响,且与气温相差不大。

2.2 通风前后粮食品质变化

稻谷水分的高低对稻谷的品质有很大影响。含水分较高的稻谷,如果不通风降温,水分和高温会促使脂肪酸酸败、蛋白质和淀粉变性,加快其品质裂变^[7]。因此,在稻谷储藏过程中,维持稻谷水分在安全水分之下十分重要。由表 1 和图 4 可知,0P4 号仓稻谷通风降温前后,各扦样点的水分基本没有明显变化,全仓平均水分由通风前的 13.0%下降到通风后的 12.8%,平均水分仅降

低 0.2%;通风前后各个扦样点的水分波动范围在 ±2%以内,达到了保水通风的目的。

表 1 0P4 号仓稻谷品质变化记录表

项目	品质指标				
	水分/%	脂肪酸值/(mgKOH/100g)	出糙率/%	整精米率/%	黄粒米/%
通风前	13.0	21.4	76.5	58.6	0.5
通风后	12.8	21.4	77.0	56.5	0.8

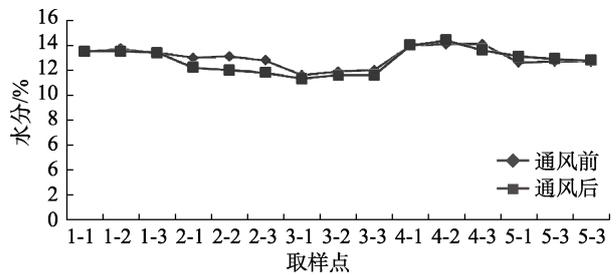


图 4 通风前后粮堆取样点水分

脂肪酸值是评价稻谷储藏品质的重要指标之一。在温度和水分较高的情况下,脂肪容易发生水解,使稻谷中游离的脂肪酸含量增多,导致脂肪酸值的上升。由表 2 和图 5 可知,0P4 号仓稻谷通风降温前后,全仓的平均脂肪酸值未发生变化,均为 21.4 mgKOH/100g;各扦样点的脂肪酸值波动不大,均在 25 mgKOH/100g 安全范围内。

另外,整仓平均的出糙率、整精米率均无明显变化,黄粒米由通风前的 0.5%上升到 0.8%。在通风过程中,未发现发热、霉变、结露等异常情况,粮食的气味和色泽无异。从上述数据可以得到验证,0P4 号仓在经历横向降温通风后,

其品质指标整体变化不大,基本保持了原有的优质稻谷品质。

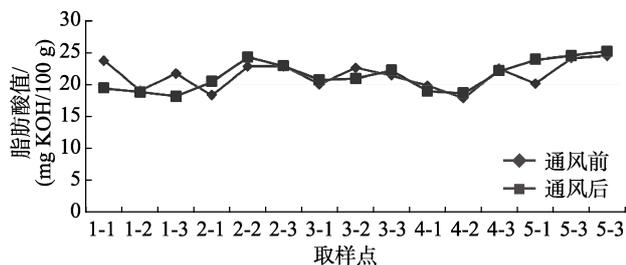


图 5 通风前后粮堆取样点脂肪酸值

2.3 通风能耗分析

本次保水降温通风实验从 2017 年 11 月 11 日开始,至 2018 年 1 月 31 日结束,共经历 48 d,累计通风时间达到 313.67 h,总耗电 201.9 kW·h。电费按照 0.85 元/kW·h 计算,共计支出电费 171.6 元。

3 结论与建议

湖南省所处的第五储粮生态区空气湿度较大,尽管是在冬季进行通风实验,但是阴雨(雪)天气较多,空气携带的水蒸气增多,水分吸附平衡时间短,有利于粮堆保水通风的进行。高效利用智能横向通风系统,抓住通风时机,避免无效通风和有害通风,也可有效避免仓内粮食水分流失,达到保水、降温以及节能减耗的目的。在整个通风测试期间,应加强储粮安全检查,确保粮食安全。

良好的仓房状态是进行有效的保水降温通风测试的关键因素之一。测试仓 0P4 号仓为 90 年代老仓房,经检查测试,其气密性、隔热保温不佳。在通风实验前,对其气密性进行了改造。经过多地调研,采用纳米材料对 0P4 号仓分别进行墙体、L 角、地面、地面收缩缝及地面裂缝以及工艺空

洞密闭处理,粮面、门口槽管安装等,保证输气管道、通风口、门窗、地坪及粮堆密闭薄膜的气密状态。经过气密性测定,改造后的 0P4 号仓在 -300~-150 Pa 半衰期达到 255 s,接近国家一级标准,完全满足气调储粮气密性要求,可进行有效的保水降温通风实验。

针对湖南省湿度较大的问题,本次通风实验前,对 0P4 号仓的顶部进行改造。仓顶原为钢棚结构,改造时用聚氨酯发泡材料进行喷涂。粮仓建筑屋顶上整齐铺设有晶硅太阳能电池光伏组件,对粮仓的隔热、低温保湿都具有一定的效果。另外,根据仓房跨度,选择合适的风机和谷冷机能够提高通风效率,降低能耗。

本次保水降温横向通风测试,能够给华中地区中温高湿储粮生态区的通风工艺和仓房改造提供技术支持和思路。

参考文献:

- [1] 罗智洪,卢兴稳,林荣华,等.智能通风技术在保水降温通风中的实践应用[J].粮食储藏,2014,43(3):28-32.
- [2] 吴子丹,张忠杰,曹阳,等.粮仓横向通风方法及其系统. In: Editor. City: CN; 2012. [Series Editor (Series Editor^Editors): Series 粮仓横向通风方法及其系统, vol Series].
- [3] 马春云,曹阳. 27 m 跨度平房仓稻谷横向通风系统实验研究[J].粮油食品科技,2017,25(1):80-84.
- [4] 王培根,夏海兵,李志军. 粳稻储藏中横向通风技术应用的浅析[J].粮油仓储科技通讯,2016,32(6):10-12.
- [5] 赵会义,张宏宇,李福君,等.我国储粮机械通风技术发展[J].粮油食品科技,2015,23(s1):4-10.
- [6] 黄志远,吕启明,陈庆中,等.优质稻在湖南种植的主要品质和农艺性状表现[J].中国稻米,2015,21(4):108-113.
- [7] 陈伊娜,卢章明,谢静杰,等.高温高湿生态区稻谷储存期间品质变化研究[J].粮食储藏,2015,44(5):31-36. 完