

西北地区高大平房仓玉米保水储藏试验

张建利¹, 宋国敏², 曹毅³, 刘长生³, 赵勇¹, 柴雪峰¹, 林子木³

(1. 中央储备粮包头直属库, 内蒙古 包头 014010; 2. 中国储备粮管理总公司内蒙古分公司, 内蒙古 呼和浩特 010000; 3. 辽宁省粮食科学研究所; 辽宁 沈阳 110032)

摘要:在试验仓内安装膜下环流通风系统, 并对仓上轴流风机实现智能控制。冬季选择湿冷天气进行小风量缓速通风降温; 夏季当试验仓上层局部粮温超过 20 ℃ 时, 启动膜下环流通风系统, 均衡粮堆温度; 当仓温超过 25 ℃ 时, 通过智能通风控制系统启动仓上轴流风机排除仓内积热。采用上述技术工艺, 试验仓实现了控制粮温和保持水分的目标, 3 年储藏期内水分比对照仓仅减少 0.5%。
关键词:膜下环流; 保水通风; 保水储藏; 控温储藏; 智能通风

中图分类号: S 379.2 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2015)02-0100-04

Experiment of corn water retention storage in large warehouse in Northwest China

ZHANG Jian-li¹, SONG Guo-min², CAO Yi³, LIU Chang-shen³,
ZHAO Yong¹, CHAI Xue-fen¹, LIN Zi-mu³

(1. Baotou Grain Depot of State Administration of Grain Reserve, Baotou Inner Mongolia 014010;
2. China Grain Reserves Corporation Inner Mongolia Branch, Huhehaote Inner Mongolia 010000;
3. Liaoning Grain Science Research Institute, Shenyang Liaoning 110032)

Abstract: Recirculation ventilation system under film was installed in the test warehouse, and the axial flow fan was intelligent controlled. When the weather was wet and cold in winter, it would be ventilated with small air volume and slow speed. But when the upper layer grain temperature reached higher than 20 ℃, recirculation ventilation system will be started up to equilibrate the temperature in grain heap; when the temperature exceeded 25 ℃, the axial flow fans were started by the intelligent control system to remove heat accumulation. By adopting the technical process, grain temperature was controlled and grain moisture was kept in the test warehouse. In the test warehouse the grain moisture reduced 0.5% compared with the control warehouse after storage for 3 years.

Key words: recirculation fumigation under film; water retention ventilation; water retention storage; temperature control storage; intelligent ventilation

中央储备粮包头直属库地处低温干燥储粮生态区, 属半干旱中温带大陆性季风气候, 干燥、多风, 年平均气温 8.5 ℃, 年最低气温 -27.6 ℃, 年最高气温 35.5 ℃, 年降水总量 262.9 mm, 年平均相对湿度 35%, 年最大风速 11.0 m/s, 平均风速 1.8 m/s。粮食保水储藏难度较大, 常规储粮情况下粮食水分减量损耗明显, 玉米储藏一个周期(3 年)水分减量损耗普遍在 1.0% 以上。为了探索出符合本地实际的粮食保水储藏集成技术和工艺路线, 对试验仓进行了必要的技术改造, 安装了膜下环流通风系统和智能通风控制系统, 并采取了冬季湿冷天气小风量缓

速降温通风、夏季膜下环流均温通风和智能控制轴流风机排积热通风的技术工艺, 在 3 年储藏期内仓内储存玉米的水分减量仅为 0.8%, 比对照仓减少水分损失 0.5%, 实现了控制粮温和保持粮食水分的目标。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 仓房 试验仓为 55 号仓, 对照仓为 54 号仓, 两仓均为 1998 年度新建的折线型屋架高大平房仓, 规格为长 54 m × 宽 24 m × 堆高 6 m, 单仓容量 5 500 t。

1.1.2 储粮 55 号试验仓与 54 号对照仓仓内储存的均为内蒙古当地 2010 年收获, 2011 年 2 月入仓的玉米, 入仓数量与质量情况详见表 1。

收稿日期: 2014-11-14

基金项目: 中国储备粮管理总公司 2013 年科技项目(2CL2013007-CC)

作者简介: 张建利, 1964 年出生, 男, 高级工程师。

表1 试验仓和对照仓试验前储粮情况表

仓号	品种	数量 /t	水分 /%	杂质 /%	不完善 粒/%	脂肪酸值 /(mgKOH/100g)	品尝评 分值/分
55号试验仓	玉米	5 259	14.4	0.8	4.2	38.5	83
54号对照仓	玉米	5 522	14.4	1.0	4.2	39.5	81

1.1.3 机械通风系统

1.1.3.1 通风道 每座仓房的北侧仓墙底部有4个通风口,每个通风口对应仓内1组“一机三道”地槽式通风道,通风道间距为4.5 m,空气途径比为1.375。

1.1.3.2 离心风机 每仓4台,型号L4-72№6C,功率11 kW,全压2 176~1 380 Pa,风量为9 209~18 418 m³/h。

1.1.3.3 轴流风机(排风扇) 每仓6台,南北墙各2台,檐墙2台。型号T35-11№5.6,功率0.55 kW,全压156 Pa,风量8 097 m³/h。

1.1.4 环流通风系统

在55号试验仓对应通风口所在位置,在北侧仓墙内壁装粮线以上安装了型号4-68№3.55A环流风机,功率3 kW,全压1 108~608 Pa,风量2 708~5 013 m³/h。每台环流风机的进风口通过1根固定在仓墙内壁上的回流管(直径为160 mm的PVC管)与仓底通风地槽空气分配箱相连,其出风口与粮面以下50 cm处水平铺设铺设的1组环流管相连。每组环流管由3根(其中一组为4根)带孔眼的通风管(直径为160 mm的PVC管,管道表面均匀分布着直径3 mm的孔,开孔率约为20%)分别通过直角弯头、三通和同等直径不开孔的管段连成“一机三道”(其中一组为“一机四道”)形式的管网,与仓底的“一机三道”地槽式通风道相对应,通风管安装位置在两根地槽式通风道中间,管间距也是4.5 m,靠两侧檐墙的通风管距墙内壁50 cm。由此,在试验仓形成了由仓墙上4台环流风机、粮堆浅层3组“一机三道”和1组“一机四道”的环流管、4根回流管和仓底4组“一机三道”地槽式通风道组成的环流通风系统。

1.1.5 智能通风控制系统

55号试验仓配备了GDAS-128DT型智能通风控制系统。对南北两侧仓墙上的东西两端的2扇通风窗和2扇轴流风机通风门进行了改造,均加装了外向式执行机构和与之匹配的自动控制器(分机),并对南北两侧仓墙上的4台轴流风机也加装了自动控制器(分机)。粮情测控系统主机上安装有智能通风控制软件,在分析当前粮情数据的同时借助通

风控制数学模型进行通风条件分析判断是否满足排积热通风条件,并通过测控主机与无线通讯装置,远程控制通风窗和通风门的自动开闭以及轴流风机的自动启停。

1.2 方法

1.2.1 粮食干燥入仓

为保证玉米在烘干塔内热风干燥时入机水分均匀、出机水分准确,高水分玉米收购入库时严格采取分堆存放的方式,每堆玉米的水分差控制在2%以内。各堆高水分玉米采取分批烘干将水分降至14.5%左右,经清理机械将杂质含量控制1.0%后分别装入55号试验仓与54号对照仓。

当55号试验仓入仓玉米堆高达到5.5 m左右时,暂停补仓,初步平整粮面,按前述方法和要求将4组环流管铺设好后,再继续补仓至堆高6 m,平整粮面,埋设测温电缆。

1.2.2 降温通风

1.2.2.1 首次降温通风 2011年2月入仓结束后,抓住倒春寒有利天气,选用离心风机对试验仓和对照仓进行快速通风降温,通风时间控制在50 h左右,将两仓粮食的平均温度均降到10℃以下。

1.2.2.2 缓速降温通风 为减少通风过程中的水分减量,试验仓和对照仓的每年冬季的降温通风均采用了缓速降温通风方式。在每年12月份,选择冬季夜间的湿冷天气,打开试验仓和对照仓的仓底通风口,选用轴流风机进行上行吸出式缓速通风降温,通风时间控制在120 h左右,将两仓粮食的平均温度均降到0℃以下。

1.2.3 压盖密闭

每年冬季降温通风结束后,在3月末气温回升前,都对55号试验仓粮堆表面采用10 cm厚聚苯乙烯泡沫板进行压盖,并用2.5 mm厚聚乙烯薄膜进行粮面密闭,直至9月下旬气温下降后才撤除密闭和压盖物。

1.2.4 排积热通风

每年夏季,55号试验仓利用智能通风控制系统,当仓温超过25℃时就自动进行排积热通风,当仓温与外温温差小于4℃时就自动停止排积热通风。

54号对照仓只是在每天夜间相对低温的时间段采用人工开启仓窗的方式排除仓内积热。

1.2.5 均衡粮温

每年6月下旬~8月中旬的高温期内,当55号试验仓粮堆上层平均温度超过20℃时,就启动膜下

环通风系统缓慢释放粮堆“冷心”部位的冷源,降低粮堆上层高温,均衡粮堆温度,将上层粮温始终控制在 20 ℃ 以下。

54 号对照仓上层粮温升高后,只能采取夜间相对低温的时间段开窗排积热;当粮堆上层出现局部发热时,采用粮面扒沟翻倒散热处理,必要时选用单管风机进行局部通风处理。

1.2.6 粮食扦样及检验

1.2.6.1 粮食扦样 试验期间每年 3 月和 9 月,均按照《中央储备粮油质量检查扦样检验管理办法》(国粮发[2010]190 号)规定,分别对试验仓和对照仓定点(全仓 20 个取样点)、逐层(分 4 层)扦取了样品,每次取样部位与上次取样部位基本保持一致。

1.2.6.2 水分检验 按照 GB/T 5497《粮食、油料检验 水分测定法》规定的 105 ℃ 恒重法检测玉米水分。

1.2.6.3 品质检验 按照 GB/T 20570《玉米存储品质判定规则》规定的方法检测玉米脂肪酸值和品尝评分值。

2 结果与分析

2.1 粮食水分变化

从 2011 年 3 月到 2014 年 3 月的三年储藏期内,55 号试验仓与 54 号对照仓仓内储粮各层水分变化和全仓水分变化见图 1~图 5。

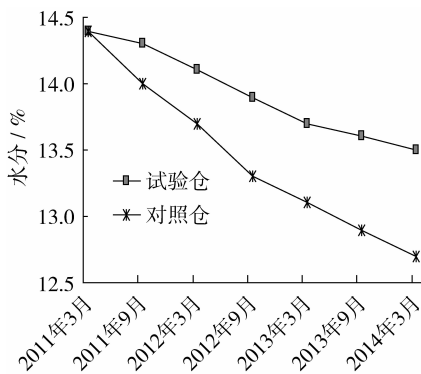


图 1 粮堆上层平均水分变化

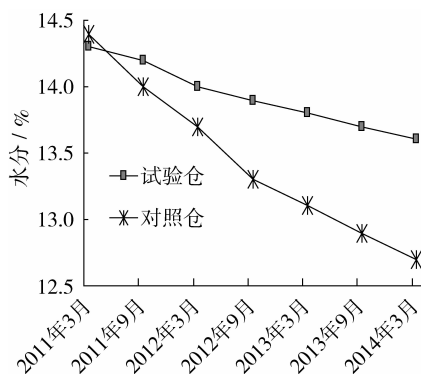


图 2 粮堆中上层平均水分变化

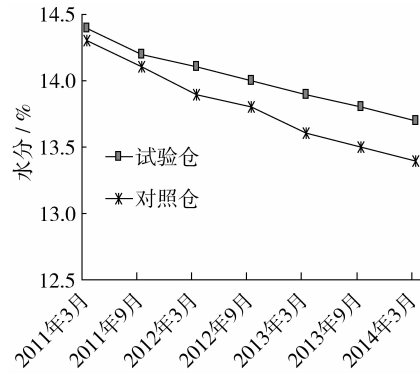


图 3 粮堆中下层平均水分变化

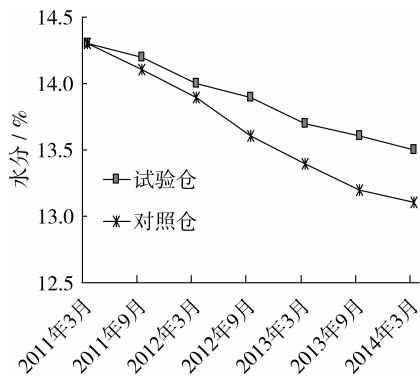


图 4 粮堆下层平均水分变化

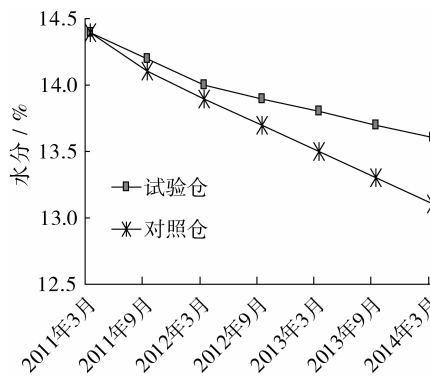


图 5 全仓平均水分变化

由图 1~图 5 可以看出:在 3 年储藏期内,55 号试验仓和 54 号对照仓仓内玉米水分含量总体均呈下降趋势,但下降幅度有所不同。储存 3 年后,试验仓全仓平均水分从 14.4% 降到 13.6%,降幅为 0.8%,而对对照仓全仓平均水分从 14.4% 降到 13.1%,降幅为 1.3%,相比而言,试验仓比对照仓减少水分减量 0.5%。从各层平均水分变化来看,试验仓和对照仓粮堆上层和中上层水分变化差异尤为明显,分别相差 0.8% 和 0.9%。由上可知,试验仓采取粮堆表面压盖密闭和膜下环流通风均衡粮温技术,有效降低了储藏期间的水分减量。

2.2 粮温控制情况

55号试验仓和54号对照仓内的储粮经过每年冬季缓速通风降温后,粮堆的温度结构基本相似,温度梯度值均不超过1℃/m粮层厚度。但从每年3月份开始,随着外温的逐渐升高,试验仓和对照仓内粮堆温度均随之缓慢升高,尤其是进入7月份以后,在外界环境持续高温的影响下,粮堆上层温度明显升高,造成粮堆内层间温差不断增大。以2013年度两仓粮温变化为例,如表2所示,7月20日试验仓和对照仓的上层粮温虽然相差3℃,但是两仓的上层粮温与中上层粮温相差均已超过10℃。自7月下旬至8月末的环境持续高温期间,55号试验仓利用智能通风控制系统进行自动排积热通风和利用膜下环流通风系统进行均衡粮温操作,54号对照仓采用人工开启仓窗的方式在每天夜间低温时间段排除仓内积热,不同程度地控制了粮堆温度的持续升高,期间具体粮温变化情况参见表2。

表2 2013年度高温季节试验仓和对照仓粮情数据对比表 ℃

时间	仓别	上层平均粮温	中上层平均粮温	中下层平均粮温	下层平均粮温	全仓平均粮温
7月20日	55号试验仓	19.5	7.8	0.3	1.5	7.3
	54号对照仓	22.5	10.5	1.7	5.2	10.6
	两仓温差	3.0	2.7	1.4	3.7	3.3
8月10日	55号试验仓	14.5	12.0	5.1	2.7	8.6
	54号对照仓	25.0	17.2	9.5	11.0	15.6
	两仓温差	10.5	5.2	4.4	8.3	7.0
8月30日	55号试验仓	17.0	14.5	5.5	3.5	10.0
	54号对照仓	23.0	16.5	10.0	11.5	15.2
	两仓温差	6.0	2.0	4.5	8.0	5.2

由表2可知:与54号对照仓相比,55号试验仓通过环流通风均衡粮温和智能控制排除积热操作,不仅有效控制了粮堆上层温度的回升,还明显降低了上层粮温与中上层粮温的差值,并在外界环境持续高温期间依然保持低温储粮状态,提高了储粮的稳定性。

2.3 粮食品质变化

从2011年3月到2014年3月的三年储藏期内,55号试验仓与54号对照仓仓内储粮脂肪酸值变化和品尝评分值变化详见图6和图7。

由图6和图7可以看出:在3年储藏期内,55号试验仓和54号对照仓仓内玉米脂肪酸值总体均

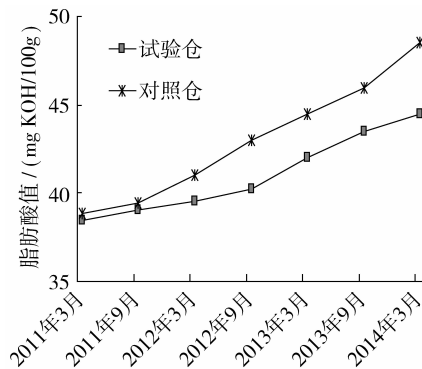


图6 储藏期间脂肪酸值变化

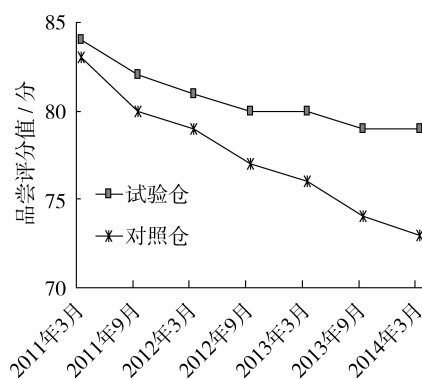


图7 储藏期间品尝评分值变化

呈上升趋势,品尝评分值总体均呈下降趋势,但变化幅度有所不同。储存3年后,试验仓仓内玉米脂肪酸值从38.5 mgKOH/100 g 上升到44.5 mgKOH/100 g,变化率为15.6%,而对照仓仓内玉米脂肪酸值从38.8 mgKOH/100 g 上升到48.5 mgKOH/100 g,变化率为24.2%;试验仓仓内玉米品尝评分值从84分下降到79分,变化率为5.9%,而对照仓仓内玉米品尝评分值从83分下降到73分,变化率为12%。由上可知,试验仓采取粮堆表面压盖密闭和膜下环流通风均衡粮温技术,在整个储藏期间均达到低温储粮要求,降低了储粮品质劣变速度。

3 结论

3年的实仓对比试验结果表明:通过采取冬季湿冷天气小风量缓速降温通风、夏季膜下环流均温通风和智能控制轴流风机排积热的技术组合和储粮工艺,不仅能够确保高大平房仓内储存的玉米始终处于低温储粮状态,延缓了储粮品质劣变,而且能够有效降低储藏期间的水分减量,实现了储粮保水增值目标,提高了企业的经济效益,同时也为本地区乃至西北地区探索出一条切实可行的粮食保水储藏新途径。