

DOI: 10.16210/j.cnki.1007-7561.2021.04.029

王水寒, 李瑞敏, 张洪清, 等. 基于温湿度场云图的稻谷粮堆状态和结露风险分析[J]. 粮油食品科技, 2021, 29(4): 219-225.

WANG S H, LI R M, ZHANG H Q, et al. Analysis of storage state and condensation risk of paddy pile based on temperature and humidity field cloud map[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2021, 29(4): 219-225.

# 基于温湿度场云图的稻谷粮堆状态和结露风险分析

王水寒<sup>1,2</sup>, 李瑞敏<sup>1</sup>, 张洪清<sup>1</sup>, 金毅<sup>1</sup>, 姚渠<sup>1</sup>, 尹君<sup>1</sup>✉(1. 国家粮食和物资储备局科学研究院, 北京 100037;  
2. 吉林大学, 吉林 长春 130022)

**摘要:** 以稻谷为研究对象, 利用温湿度一体传感器, 模拟实际粮仓中容易发生结露区域以开展不同位点的监测, 测得从冬季到夏季粮堆不同位点的温度和相对湿度; 运用矩阵实验模拟软件 (MATLAB) 绘制粮堆温度场、湿度场云图, 追溯分析了稻谷温湿度场分布及时空变化; 基于粮食平衡绝对湿度与露点温度等模型 (CAE 模型) 推算了稻谷粮堆危险点所处的不同状态 (平衡态、饱和态、吸附态或解吸态) 和探究其变化规律, 为减小储粮损耗和实现储粮安全提供理论依据。

**关键词:** 稻谷; 温度场; 湿度场; 云图; 平衡态; 吸附态; 解吸态

中图分类号: S379 文献标识码: A 文章编号: 1007-7561(2021)04-0219-07

## Analysis of Storage State and Condensation Risk of Paddy Pile Based on Temperature and Humidity Field Cloud Map

WANG Shui-han<sup>1,2</sup>, LI Rui-min<sup>1</sup>, ZHANG Hong-qing<sup>1</sup>, JIN Yi<sup>1</sup>, YAO Qu<sup>1</sup>, YIN Jun<sup>1</sup>✉(1. Academy of National Food and Strategic Reserves Administration, Beijing 100037, China;  
2. Jilin University, Changchun, Jilin 130022, China)

**Abstract:** Taking paddy as the research object, the integrated temperature and humidity sensors was used to carry out monitoring at different condensation prone locations by simulation of the actual granary. The temperature and relative humidity of different positions of grain stack from winter to summer were measured. Then the cloud map of the temperature field and humidity field of the paddy pile were drawn using Matrix Laboratory simulation software (abbreviated as MATLAB) to analyze the distribution of temperature and humidity fields of paddy. Based on the model of grain equilibrium absolute humidity and dew point temperature (CAE model), the different states (equilibrium state, saturation state, adsorption state or desorption state) of the dangerous point of rice pile were calculated, and the change rules were explored. The results of this paper will provide a theoretical basis for reducing grain storage loss and realizing grain storage safety.

**Key words:** paddy; temperature field; humidity field; cloud map; equilibrium state; adsorption state; desorption state

收稿日期: 2021-03-03

基金项目: 国家重点研发计划专项 (2016YFD0400104-1); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项 (JY2005)

Supported by: National Key Research and Development Project of China(No. 2016YFD0400104-1); Fundamental Research Funds of non-profit Central Institutes (No. JY2005)

作者简介: 王水寒, 女, 1996 年出生, 硕士研究生, 研究方向为粮食储藏。E-mail:wsh18@jlu.edu.cn.

通讯作者: 尹君, 女, 1981 年出生, 博士, 副研究员, 研究方向为粮食储藏与干燥。E-mail:yjun@ags.ac.cn.

中国是粮食生产和消费大国，为保证“中国人的饭碗牢牢端在自己手中”，除了提高产量，还应大力减少产后损失和浪费。储藏是粮食产后的重要环节，有研究显示<sup>[1]</sup>，目前全国农户粮食储藏损失率平均为 8%，每年损失粮食约 2 000 万 t。在储藏期间，因粮堆结露进而引发的发热、霉变、腐烂等隐患，均会严重影响粮食品质和粮食仓储安全<sup>[2]</sup>。因此，探究粮食的吸附至饱和过程的形成机制和与结露现象的关系，将对粮食的保质减损起到关键作用。

粮堆结露是指粮堆内或外较高温度空气中所含的气态水凝结成液态水后，附着于粮堆表层或内部的现象<sup>[3]</sup>。长期储藏过程中，粮食不断进行吸附与解吸作用，与储藏环境保持着动态平衡<sup>[4]</sup>。2014 年，吴子丹<sup>[5]</sup>等提出了粮堆多场耦合理论及粮情云图分析的构想，并进行初步探索。2016 年，张艺良<sup>[6]</sup>采用数值模拟的方法获取华北地区袋装大米在进出仓过程中的温度场、湿度场、微气流速度场，模拟结露位置分布的实时变化情况，实现对不同大气环境条件下进出仓过程中成品粮结露部位和时间的预测。2018 年，陈龙<sup>[7]</sup>结合粮堆多元场耦合分析理论，找出了粮堆微生物爆发点与粮堆产生结露的位置，得出了粮堆发热过程的生命周期，为将粮情云图分析技术应用于粮情预测分析提供经验参考。

本文根据稻谷粮堆不同季节不同位点的温度和相对湿度绘制粮堆温度场、湿度场云图，追溯分析了粮堆各点的变化情况，分析了潜在结露危险点的产生过程以及所处状态，据此总结变化规律，推测其未来发生结露的风险，以减小储粮损耗和实现储粮安全。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

透明储藏仓及规格为长 0.48 m，宽 0.33 m，高 0.22 m，以自然降落方式装载稻谷并储藏于自然环境，温度随外界温度变化，稻谷高度为 0.2 m。稻谷粮堆初始状态见表 1。

### 1.2 试验方法

采用多参数粮情数据采集系统检测粮堆内温度和相对湿度的变化，此系统包括多参数集成传

表 1 粮堆初始状态表

Table 1 The initial state of paddy pile

品种	初始粮堆平均含水量/%	初始粮堆平均温度/°C	初始空气温度/°C	初始空气相对湿度/%
稻谷	14.5	21.8	21.1	83.2

感器探头、主机和分机。温湿度传感器参数为：温度测量范围-40 °C~125 °C，精度±0.3 °C，湿度测量范围 0%RH~100%RH，精度±3%RH。

全仓布置温湿度一体传感器 25 个，在粮面以上放置 1 个传感器，其监测数据作为仓间空气的温湿度，其余 24 个传感器监测数据为以下位点粮食温湿度。在垂面方向（主视图）布置如图 1 所示，垂直方向，顶层和底层的点均距边壁是 3 cm，其余点间距 8 cm；水平方向，左右两侧点距边壁 8 cm，其余点间距 20 cm。在水平面方向（俯视图）如图 2 所示，垂直方向，顶层和底层的点均距边壁是 3 cm，其余点间距是 15 cm；水平方向四角点距壁面是 8 cm，其余的顶层点之间和底层点之间的间距均是 20 cm，中层两点间距是 18.6 cm 且距两壁 18.7 cm。

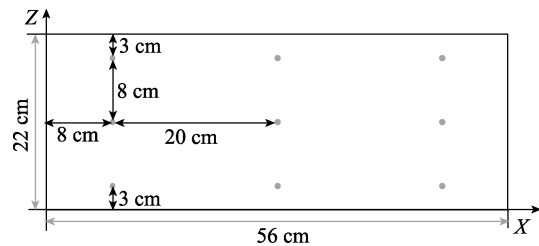


图 1 垂面 (XOZ) 传感器布置

Fig.1 The sensors in vertical surface (XOZ) layout

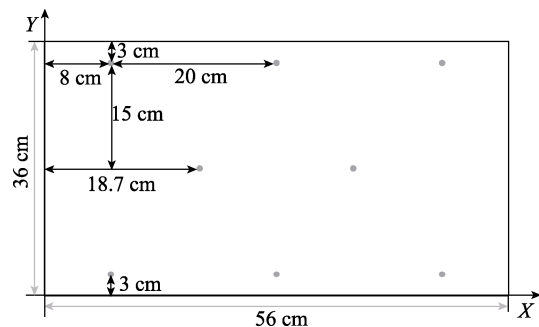


图 2 水平面 (XOY) 传感器布置

Fig.2 The sensors in horizontal surface (XOY) layout

检测稻谷堆不同位点的温度和相对湿度数据，取 X=8 cm 处所有数据平均值粮堆左侧数据、X=48 cm 处所有数据平均值为粮堆右侧数据、Z=3 cm 处所有数据平均值为粮堆下层数据、Z=11 cm 处所有数据平均值为粮堆中层数据、

Z=19 cm 处所有数据平均值为粮堆上层数据，使用 origin 绘制各位置温、湿度变化曲线，使用 MATLAB 处理温、湿度数据，利用四点样条插值法绘制粮堆的温度场和湿度场云图。

### 1.3 数值方法

首先以传感器在平面的位置作为纵横坐标，

$$ERH_r = \exp \left\{ \frac{\frac{D}{222} \times \left( e^{\frac{B1-M}{A1}} - e^{\frac{B2-M}{A2}} \right) \times \left( 1737.1 - \frac{474\ 242}{273+t_r} \right) + D \times \left( 1 - e^{\frac{B1-M}{A1}} \right) + 202}{87.72} \right\} \quad (1)$$

式中  $ERH_r$ —粮食平衡相对湿度 (%)， $M$ —粮食含水率 (%)， $t_r$ —粮食温度 (°C)， $A1$ 、 $A2$ 、 $B1$ 、 $B2$ 、 $D$ —CAE 方程参数；

$$DPT_a = \frac{474\ 242}{\frac{474\ 242}{273+t_a} - 89.1 \times \ln(RH_a) + 410.34} - 273 \quad (2)$$

式中  $DPT_a$ —大气露点温度 (°C)， $t_a$ —大气温度 (°C)， $RH_a$ —大气相对湿度 (%)；

$$DPT_r = \frac{474\ 242}{1872.7 - 89.1 \times \ln \left( \ln ERH_r - \frac{5322.5}{273+t_r} + 16.4114 \right)} - 273 \quad (3)$$

式中  $DPT_r$ —粮堆露点温度 (°C)， $ERH_r$ —粮食平衡相对湿度 (%)， $t_r$ —粮堆温度 (°C)。

## 2 结果与分析

### 2.1 粮堆温度变化规律

粮堆结露多发于季节交替期间。如春末夏初，外界温度升高，外界热空气与温度较低的粮堆表层接触冷凝易形成结露；秋冬季节，粮堆温度较

使用 meshgrid 函数生成网格数据，使用 MATLAB 4 griddata 方法——格点样条函数的差值算法对粮温或粮食相对平衡湿度进行插值，对数据进行平滑处理，最后以粮温或粮食相对平衡湿度为高度值绘制填充的二维等高线图。

相关公式及相关参数<sup>[8]</sup>：

高，粮堆内部热空气上升遇冷易形成结露。由图 3 可知，当季节由冬季变化至夏季，模拟仓仓温与平均粮温呈现先下降后上升的趋势。10 月中旬至 1 月上旬仓温与平均粮温总体呈现下降趋势，在 1 月上旬仓温达到最低值 9.1 °C，此时右侧粮温和上层粮温达到最低分别为 9.4 °C、9.6 °C。1 月中下旬至 3 月下旬逐渐上升至 15 °C 以上，4 月份在 17 °C 上下呈波动趋势，5 月初迅速升高至 20 °C 以上，在 5 月中旬至 6 月末持续平稳上升至 28 °C 左右。由于传感器布线集中在模拟仓左侧且上方有开口，因此左侧粮堆与右侧粮堆湿度并未呈现完全对称，有一定的差异，在 11 月中旬至 3 月中旬气温较低时，左侧粮温平均约比右侧高 0.4 °C，其余时间平均约高 0.1 °C。由图中的数据可以发现，因粮食是热的不良导体，粮温的变化相比仓温较为平缓，且具有滞后性<sup>[9]</sup>，由此导致在降温 and 升温过程中粮温与仓温之间存在着一定的温差，进而为粮堆结露的形成提供了可能。

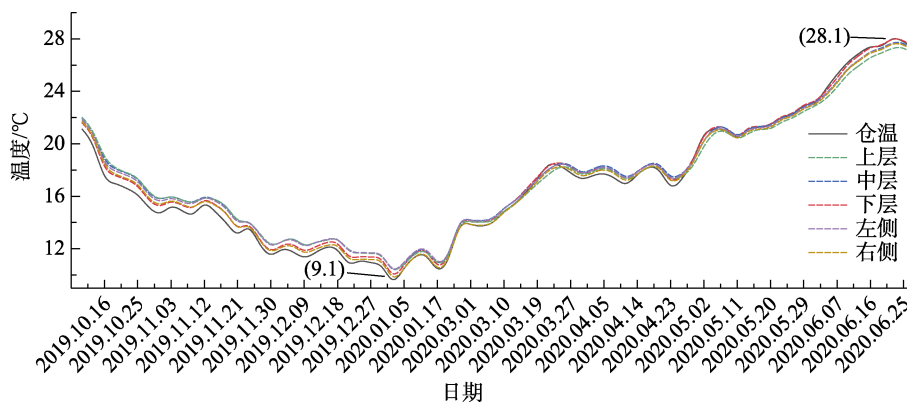


图 3 模拟仓内气温与平均粮温变化曲线

Fig.3 Variation curve of simulated warehouse temperature and average grain temperature

从图 3、图 4 可看出，在外界降温时，上层粮温与左右两侧受仓温影响较大，等温线分布稀疏、温差小，中层、下层粮温受影响相对较小，因此在距底部 6 cm 左右处仍保持相对较高的温度。推测原因是左右两侧粮食直接接触仓壁，仓壁外冷空气自由流动传递热量，上层粮接触冷空气传递热量，中层向外侧粮温较低处传递热量，下层粮面通过下层较厚仓壁缓慢向地面传递热量，传递速度左右两侧>上层>中层>下层，因此在中层偏下部位形成温度较高的区域。

从图 3、图 5 可看出，在外界升温时，距底部 15 cm 处温度较高，在夏季高温季节，受外界高温辐射和传导，上层粮面吸收到空气传递热量使温度升高；下层粮面通过仓壁缓慢向地面传递

热量；上层热量向中层传递热量时，在中、上层之间部位形成温度较高的“热芯”。

尉尧方等<sup>[10-11]</sup>研究显示粮仓内的温差可以引起粮堆内部的微气流运动，据此推测“热芯”的右侧 X=41 cm 左右处热气流从下层向上层流动，粮仓右侧壁面冷气流由上层向下层流动，上层热气流由轴心处沿径向向壁面处扩散，下层冷气流则是由粮仓壁面处沿径向向轴心处聚集，总体形成由轴中心分开的两个环流状的微气流（仓左侧为逆时针状，仓右侧为顺时针状）。

### 2.2 粮堆湿度变化规律

由图 6 可知，模拟仓内的空气相对湿度在 10 月中旬至 3 月中旬处于下降状态，之后稳定于 79% 左右，6 月中旬对环境湿度进行了人工调控故

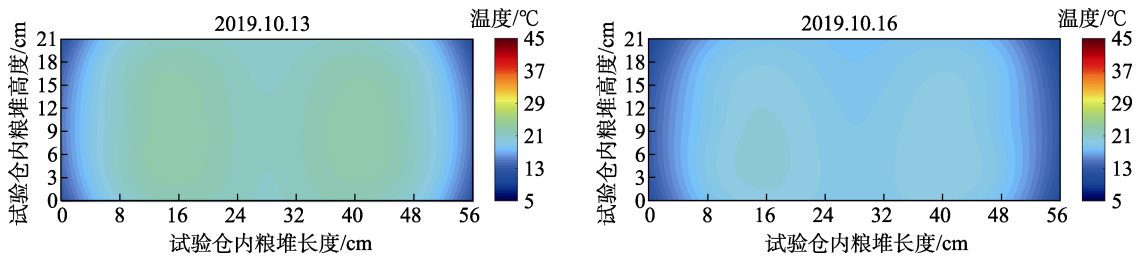


图 4 10 月粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 温度场云图

Fig.4 Cloud map of temperature field for Y=3 cm vertical surface (XOZ) in grain pile in October

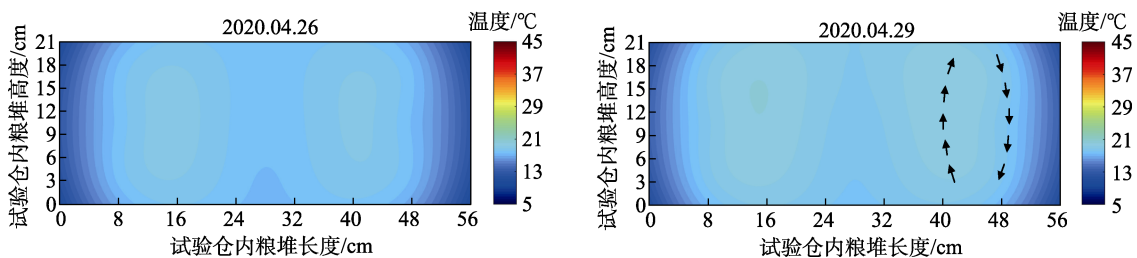


图 5 4 月粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 温度场云图

Fig.5 Cloud map of temperature field for Y=3 cm vertical surface (XOZ) in grain pile in April

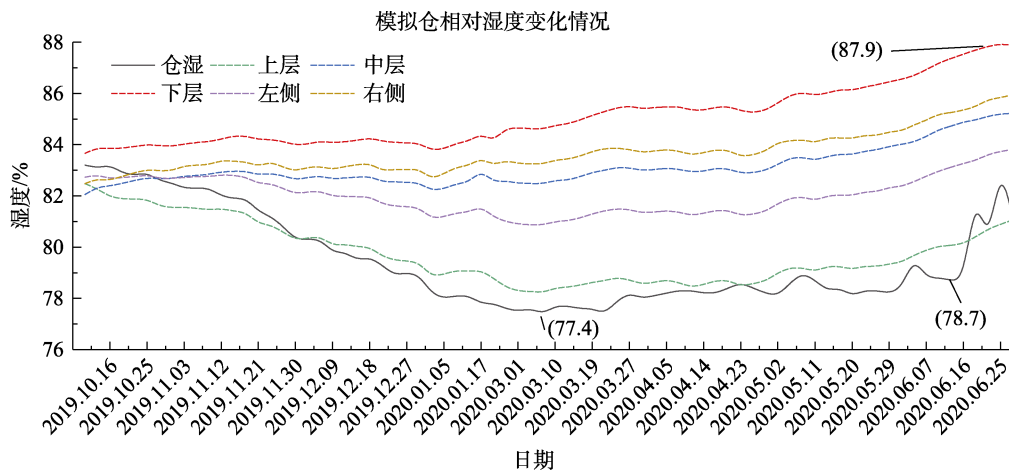


图 6 模拟仓内相对湿度与粮食平均相对湿度变化曲线

Fig.6 The curve of relative humidity in the simulated warehouse and the average relative humidity of grain bulk

其有所回升。粮堆上层相对湿度与仓内空气相对湿度变化一致，呈先下降后上升的趋势，粮堆其他部位相对湿度呈现先平稳后缓慢上升的趋势。

结合图 7、图 8 可看出，受重力影响粮堆内的水分不断向下层转移，下层的粮堆相对湿度缓慢由 83.5% 左右上升至 87.9%。在距底部约 3 cm 处有一高湿区，相对湿度达到 93% 以上，处于粮堆高温区下方偏右的位置。结合图 5 和元伟等<sup>[12-13]</sup>

研究分析，在微气流的影响下，水分受粮仓右侧壁面顺时针状冷气流的驱动，向下层持续汇集，粮堆的高温区域因秋冬季节环境气温的降低导致粮堆温差减小，使得微气流源动力变小则粮堆中的水分迁移较慢；而春夏季节气温逐渐升高，粮堆温差增大，微气流的速率变大促使粮堆中水分迁移速率加快，则在距底部较近部位形成高湿区。

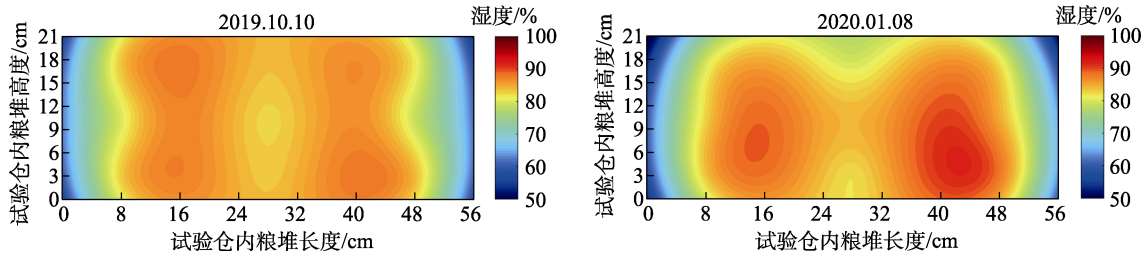


图 7 粮堆 Y=33cm 垂面 (XOZ) 相对湿度场云图

Fig.7 Cloud map of relative humidity field for Y=33cm vertical surface (XOZ) in grain pile

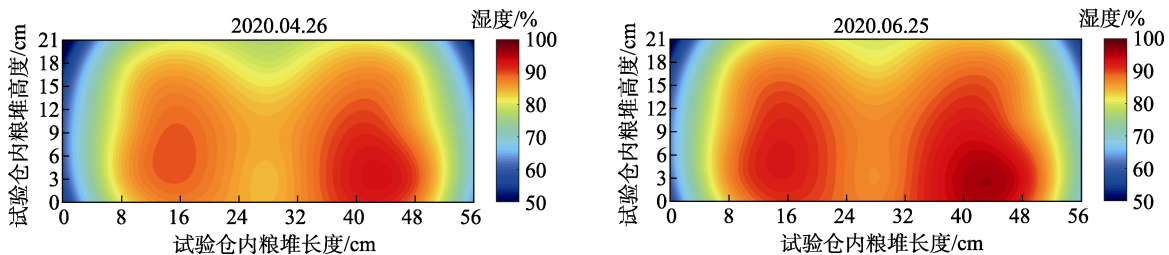


图 8 粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 相对湿度场云图

Fig.8 Cloud map of relative humidity field for Y=3 cm vertical surface (XOZ) in grain pile

### 2.3 粮堆状态的判断

由于粮堆内的孔隙，空气与粮食颗粒充分接触，假设温度为  $T$ ，水分为  $M$  的粮粒与其周围空气处于平衡状态即粮食吸收水蒸气的量与散发出的水分的量相等，此时空气的相对湿度应为粮食平衡相对湿度  $ERH_r$ 。根据公式 (1) 计算粮食平衡相对湿度，将检测的空气相对湿度  $RH$  与稻谷吸附平衡相对湿度  $ERH_{r1}$  和解吸平衡相对湿度

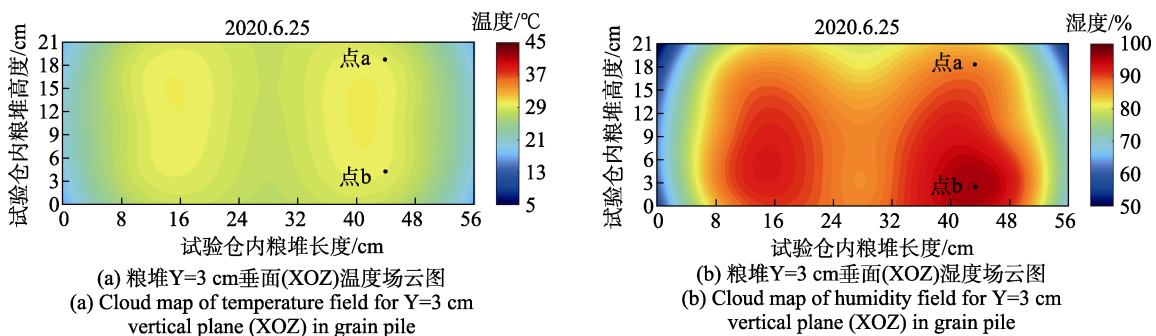
$ERH_{r2}$  进行比较：

当  $RH > ERH_{r1}$  时，粮食处于吸附状态；

当  $RH < ERH_{r2}$  时，粮食处于解吸状态；

当  $ERH_{r2} \leq RH \leq ERH_{r1}$  时，粮食处于吸附和解吸状态之间，即中间态。

如图 9a、图 9b 点 a 位 (42,19) 于粮堆上层较高温度区域，点 b (42,3) 位于粮堆下层较高温度区域，如表 2 所示，两点温度相近，a 点 (42,19)



(a) 粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 温度场云图  
(a) Cloud map of temperature field for Y=3 cm vertical plane (XOZ) in grain pile

(b) 粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 湿度场云图  
(b) Cloud map of humidity field for Y=3 cm vertical plane (XOZ) in grain pile

图 9 粮堆 Y=3 cm 垂面 (XOZ) 温湿度场云图

Fig.9 Cloud map of temperature field and relative humidity field in vertical surface (XOZ) of grain pile Y=3

表 2 a 点、b 点粮食状态  
Table 2 Grain status at point a and b

点位	温度/°C	相对湿度/%	ERH <sub>r1</sub> /%	ERH <sub>r2</sub> /%	状态	露点温度/°C
a 点	23.8	79.1	79.2	71.3	中间态	20.0
b 点	23.3	91.8	79.2	71.1	吸附态	21.9

位于上层，相对湿度低，a 点粮食之前一直处于吸附状态，6 月初变为中间态，a 点相对湿度不断降低，主要是由于粮食吸收空气中水分的量小于其水分向周围扩出的量。b 点位于下层，相对湿度高，b 点粮食处于吸附状态，持续从空气中吸收水分，但速度小于粮堆内部水分迁移速度，因此 b 点相对湿度持续上升。

将 a 点、b 点数据带入公式 (2)、(3) 计算各

粮堆露点  $DPT_r$  与大气露点  $DPT_a$  并作图。

粮温 > 气温时，如图 10 中 A 区域，主要处于秋冬季节降温时，粮堆温度较高，粮堆内部热空气上升遇冷易形成结露。此时比较粮食内部空气湿状态下的露点温度与环境空气温度。如果气温 > 粮堆露点  $DPT$  时，不结露；如果气温 <  $DPT$  时，可能出现结露。

粮温 < 气温时，如图 10 中 B 区域，主要处于春夏季节，温度升高，外界热空气与温度较低的粮堆表层接触冷凝形成结露。此时比较环境空气湿状态下的露点温度与粮温。如果粮温 > 空气露点  $DPT_a$  时，不结露；如果粮温 <  $DPT_a$  时，可能出现结露。

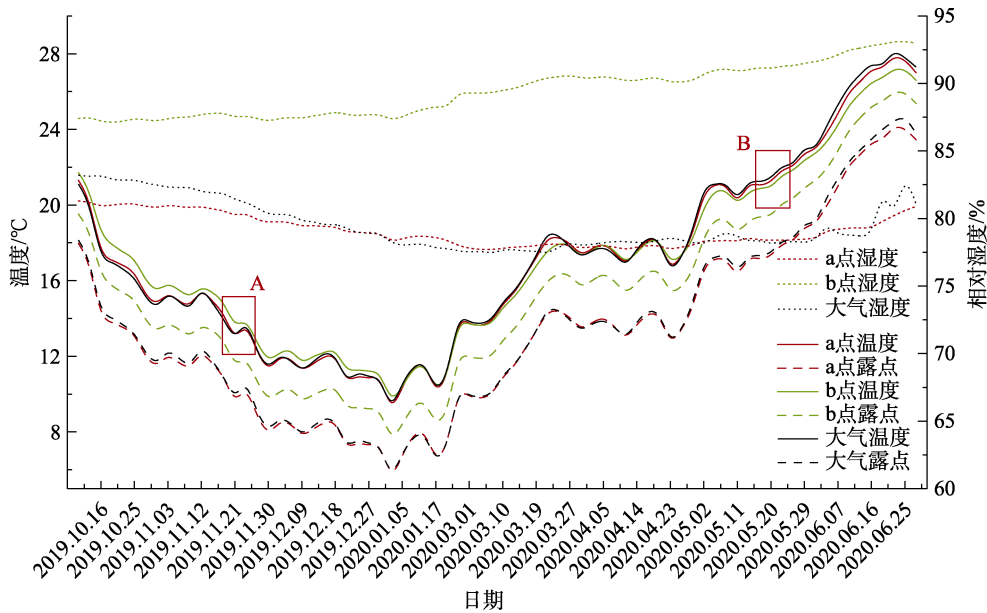


图 10 a 点、b 点与大气温度、相对湿度与露点

Fig.10 Point a, b and atmospheric temperature, relative humidity and dew point

在降温 and 升温过程中，a 点温度与露点的差值一直稳定在 3.0 °C 以上，不易结露，直至 6 月中旬人工调控后差值开始小幅度缩小；在降温过程中 b 点温度与露点的差值持续缓慢减小，由 10 月的 2 °C 左右减小至 5 月开始升温前的 1.5 °C 左右，之后经历快速升温 and 人工调控湿度后差值快速缩小，6 月底时已达 1.2 °C 左右，越来越接近结露的临界点。

### 3 结论

利用温湿度一体传感器，监测稻谷粮堆从冬季到夏季不同位点的温度和相对湿度，运用 MATLAB 模拟软件绘制粮堆温湿度场云图，研究

了不同季节、不同位点的稻谷粮堆温、湿度场变化规律，基于 CAE 模型计算露点，判断粮堆各位点结露情况。可得出以下结论：

(1) 本试验在秋末稻谷入仓开始，稻谷堆中心的粮温随着环境气温降低而缓慢降低，待春末夏初环境气温回升时也逐渐进行回温，因粮食的导热系数小，对外界环境因素变化的灵敏度较低，故粮堆中心形成了温度较高的“热芯”；

(2) 粮食储藏期间，温度和湿度的变化主要是受热传导和对流作用影响，本试验中夏季的稻谷因温度梯度差和水气分压梯度差共同作用引起了微气流作用，并形成了环流，加速了粮食与微

气流之间的传热传质,使得在稻谷高温区下方出现了水分积聚,形成了一个高湿区域;

(3) 当外界环境的温湿度发生变化时,粮食状态也随之改变。粮食处于吸附状态时,若降低外界环境的空气相对湿度,则粮堆吸附的水气量逐渐小于解吸释放的水气量,解吸状态取代吸附状态居于主要;若外界环境空气相对湿度保持较高的状态,则粮堆吸附的水气量大于甚至远大于解吸释放的水气量,吸附状态居于主要,长期处于吸附状态下,在达到饱和态后,若温度低于露点则发生结露的风险很大,从而威胁储粮安全。

### 参考文献:

- [1] 蒋和平. 新时期中国粮食安全保障的隐患与解决建议[J]. 中州学刊, 2019(12): 35-41.  
JIANG H P. The hidden dangers of China's food security in the new era and the solutions[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2019 (12): 35-41.
- [2] 朱浩天. 储粮云图的特征提取及监管方法的应用[D]. 吉林长春: 吉林大学, 2019.  
ZHU H T. Feature extraction of storage grain nephogram and application of supervision method[D]. Jilin Changchun, Jilin University, 2019.
- [3] 章铖, 鞠兴荣, 宋宏铭, 等. 温湿度对稻谷粮堆结露的影响及实仓结露预警[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(12): 87-94.  
ZHANG C, JU X R, SONG H M, et al. Effect of temperature and humidity on condensation of grain bulk and its early warning on condensation[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2018, 33 (12): 87-94.
- [4] 谢静杰, 汪向刚, 黄志俊, 等. 不同仓型仓温仓湿日变化规律探讨[J]. 粮食储藏, 2009(1): 52-56.  
XIE J J, WANG X G, HUANG Z J, et al. Discussion on the variation law of temperature and humidity in different warehouse types[J]. Grain Storage, 2009 (1): 52-56.
- [5] 尹君, 吴子丹, 吴晓明, 等. 基于温湿度场耦合的粮堆离散测点温度场重现分析[J]. 中国粮油学报, 2014, 29(12): 95-101.  
YIN J, WU Z D, WU X M, et al. Analysis of temperature field recurrence in discrete points of grain heap based on coupling of temperature and humidity fields[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2014, 29 (12): 95-101.
- [6] 张艺良. 成品粮仓储结露与结露预防过程的数值模拟研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2016.  
ZHANG Y L. Research on numerical simulation of reservoir condensation and condensation prevention of finished grain[J]. Beijing, Beijing University of Posts and Telecommunications, 2016.
- [7] 陈龙. 图形化储粮粮情智能分析方法与系统的研究[D]. 吉林长春: 吉林大学, 2018.  
CHEN L. Research on graphical grain condition intelligent analysis method and system[D]. Jilin Changchun, Jilin University, 2018.
- [8] 吴子丹. 绿色生态低碳储粮新技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2011.  
WU Z D. New technology of green ecology and low carbon grain storage[M]. Beijing: Science and technology of China press, 2011.
- [9] 韩伟, 张永君, 董朋. 高大平房仓储粮温度变化规律研究[J]. 粮食与饲料工业, 2013(3): 10-13.  
HAN W, ZHANG Y J, DONG P. Study on the variation law of grain temperature in high and large bungalows[J]. Cereal & Feed Industry, 2013 (3): 10-13.
- [10] 尉尧方, 王远成, 潘钰, 等. 密闭储存粮堆内部自然对流和热量传递分析[J]. 粮油食品科技, 2016, 24(6): 93-106.  
YU Y F, WANG Y C, PAN Y, et al. Analysis of natural convection and heat transfer in grain bulk during sealed storage[J]. Science and Technology of Cereals, Oils and Foods, 2016, 24 (6): 93-106.
- [11] NGUYEN T V. Natural convection effects in stored grains a simulation study[J]. Drying Technology, 1987, 5(4): 541-560.
- [12] 张中涛, 王远成, 元伟, 等. 粮仓内水分和温度变化的数值模拟分析[J]. 粮油食品科技, 2014(6): 106-109.  
ZHANG Z T, WANG Y C, QI W, et al. Numerical simulation analysis of moisture and temperature in grain silo[J]. 2014 (6): 106-109.
- [13] 元伟. 密闭圆筒仓内储粮自然对流及热湿耦合传递的研究[D]. 山东济南: 山东建筑大学, 2015.  
QI W. Research of closed silo stored grain in the natural convection and the coupled heat and moisture transfer[D]. Jinan City of Shandong Province, Shandong Jianzhu University, 2015.

备注: 本文的彩色图表可从本刊官网 (<http://lspkj.ijournal.cn>)、中国知网、万方、维普、超星等数据库下载获取。