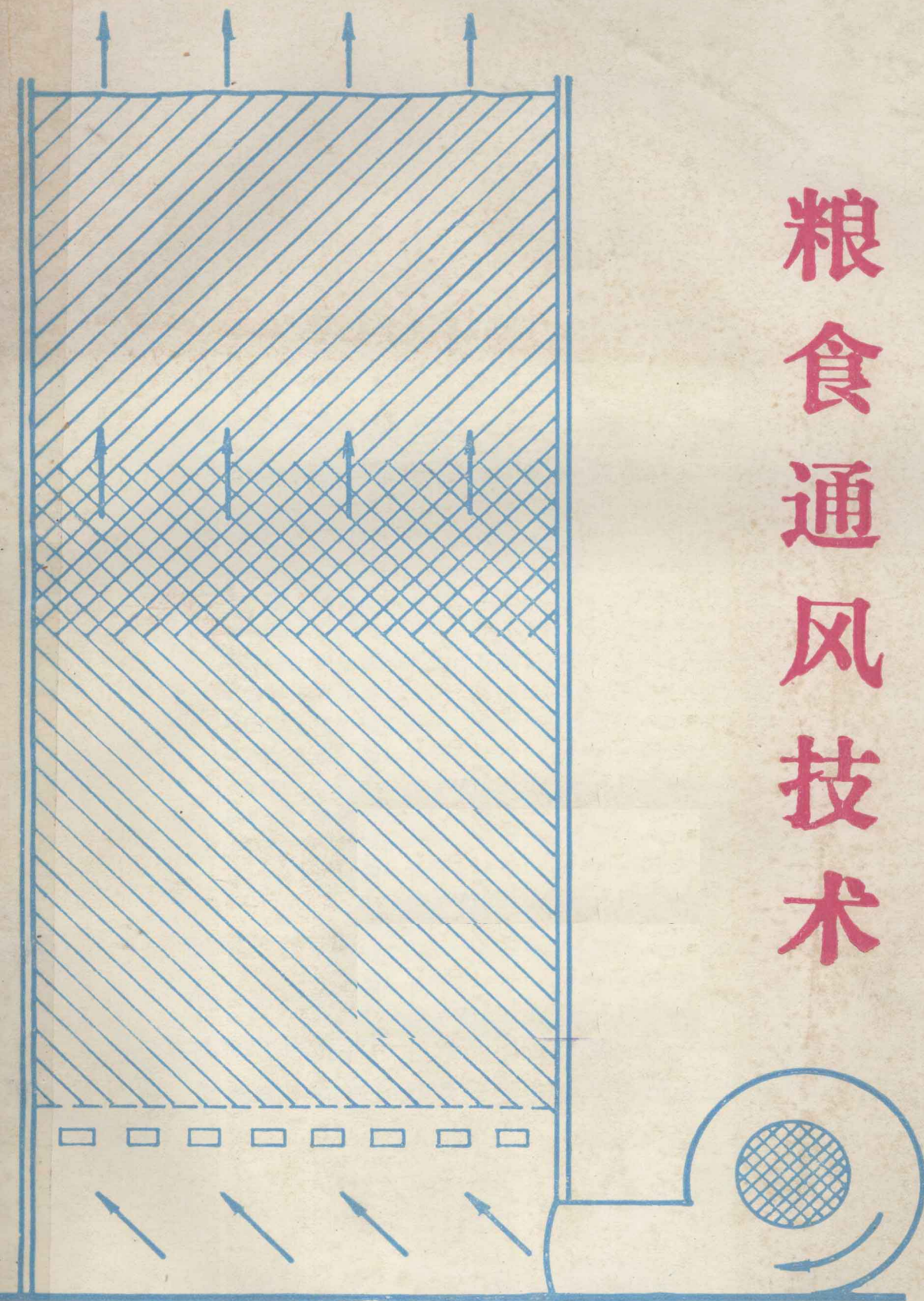


# 粮食通风技术



# 目 录

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 粮堆通风技术效果及探讨 .....            | 1   |
| 粮堆通风 .....                   | 21  |
| 通风及谷物贮藏管理 .....              | 28  |
| 合理使用钢板仓的控温和通风系统 .....        | 51  |
| 亚热带地区谷物通风 .....              | 64  |
| 第一章 绪论 .....                 | 66  |
| 第二章 通风的目的 .....              | 69  |
| 第三章 谷物通风的物理基础 .....          | 73  |
| 第四章 通风系统 .....               | 78  |
| 第五章 与通风有关的环境空气的性质 .....      | 105 |
| 第六章 通风运行系统 .....             | 111 |
| 第七章 亚热带地区大规模试验性通风的效果 .....   | 127 |
| 第八章 通风系统的效率分析 .....          | 139 |
| 第九章 制冷通风 .....               | 150 |
| 第十章 亚热带和热带地区的通风——实用的依据 ..... | 160 |
| 粮堆及玉米穗堆的自然通风干燥 .....         | 175 |
| 粮堆通风系统的湿球控制 .....            | 179 |
| 机械通风房式冷却仓的工艺设施 .....         | 196 |
| 房式仓机械通风储粮降温有关问题的探讨 .....     | 204 |

# 粮堆通风技术效果及探讨

周景星

## 一、国外通风降温降水

### 概况:

利用通风来使粮食冷却降温或就仓干燥降水,已在全世界普遍采用。美国贮粮通风,尤其是玉米通风,在农村和商用粮仓已经使用卅年之久。美、英、法、荷兰、澳大利亚、日、苏都已进行了大量的研究。通风贮粮不仅能使粮温降低到安全贮粮的要求,还能达到降低水分的目的。从而,最大限度地减少微生物和害虫的活动,并能使贮粮温度、水分较为均匀,防止水分转移,排除贮粮气味,以保持粮食新鲜。同时还可通过通风系统对贮粮进行熏蒸和高水分粮进行短期暂存。加之这种贮粮技术投资少,管理费用低廉,因而通风冷却降温 and 通风干燥降水正在日益迅速加以应用。

国外冷却机械通风作业是利用空气流穿过贮粮粮层的通风作用,以保持全部贮粮的水分、温度均匀为主要目的。粮堆通风采用的风量范围一般为  $1.26-8.4$  米<sup>3</sup>/吨·时,美国印第安那(Indiana)州对玉米通风采用  $1.2$  米<sup>3</sup>/吨·时的风量,冷却效果良好(Mayes 1955)。N.J. Burrell 论述粮食通风时,很明确地提出其主要作用是保持粮堆均匀的较低温度,粮堆内空气流动速度经常很低。

有时用比正常风速更高的气流进行通

风,以干燥潮粮。所以通风体系与干燥体系又不能截然分开。含水量为16%、18%、20%的小麦所需最低风量依次为  $6.5$  米<sup>3</sup>/吨·时、 $13.1$  米<sup>3</sup>/吨·时、 $19.7$  米<sup>3</sup>/吨·时。从上述数据看出,干燥粮食所需气流量,大约要比降温散热大30倍(W.B.埃尔德)。

在干燥方法上有自然通风干燥、辅助加热干燥和热风干燥。前者利用自然风干燥降水,后二者分别将自然空气加热到  $5.5-1.1^{\circ}\text{C}$ 、 $38^{\circ}\text{C}$ 。因而需要一个加热器,以达到预定的温度。

法国“饲料和粮食技术学院”在“谷物通风”一文中叙述通风原则时,提出必须考虑空气相对湿度和空气温度和粮食温度之间的温差二个因素。认为谷物稍有些湿时(小麦、大麦含水量高于16.5%、玉米含水量高于15.5%),空气相对湿度可以忽略。相反,如谷物含水量接近贸易标准时,将有必要考虑二个因素。同时要在相对湿度低于70—75%、温差高于5—6度(指 $^{\circ}\text{C}$ )的情况下进行通风。美国在通风系统操作时,认为只有在空气温度比粮食温度至少低 $10^{\circ}\text{F}$ 时,才能开动风机。采用  $3.3$  米<sup>3</sup>/吨·时风量或更小的风量连续操作进行通风,在深仓中冷却粮食,通风大约需要300小时。

粮粒大小和形状不同对气流的阻力有影响。粮粒愈小、粮层愈深、风速愈快则气流阻力愈大(shedd 1953),一定量空气送入粮堆所需的风机功率就愈大。

美农业部列表提出静压以不超过76.2毫米水柱为宜，粮堆深度也要限制。这是因为超过标准所需风机功率就大。

风机只有在最有利于贮粮的空气温湿度下运转，冷却和干燥效果才能显著。使风机自控转动的温湿度调节器，澳大利亚有根据仓外温度自动启动装置、温差控制器、湿球温度控制器等（W.B. 埃尔德）。

## 二、国内通风降温 降水情况。

我国机械通风最早是在苏联丹尼林帮助下在武汉市第二粮库对房式仓散装粮进行了小型试验，当时试验时间短，粮食数量少，通风缺乏经验；因而，在1957年10月又进行了试验前的准备工作，1958年1月正式试验。当时试验粮种为粳稻，粮堆形式为麻袋围包散装，通风道全部用通风栅板，每块栅板为1.99米×1.3米，共用103块。粮层阻力按公式 $V = (av + bv^2) L$ 计算，并用15马力电动机二部，风机二部（无型号）。试验结果表明降温效果显著，但降水、杀虫效果不明显。接着，1959年5—6月在北京大红门粮库进行了机械通风降低大米水分的试验，通风道应用通风栅板，风机为13.5马力的离心风机。试验结果表明在5月下旬含水量为15.82%的大米，通风58小时，水分可降至13.2%，但出现上、中、下层水分分层现象，后用倒囤度夏保藏，和人工摊凉相比。效果明显。

在此前后，苏州盘葑粮库于1958年根据苏联经验试制了单管通风机及离心电力振动筛，从而为使用熏蒸用探管和单

管通风管的插入粮堆创造了条件，改变了以往粮堆发热就要翻仓、曝晒的办法，减轻了劳动强度。随后又进行了多管通风消除粮堆自热的试验，试验表明采用此法在风管作用的有效范围内，降温效果良好。同时在南京1601粮库进行“机栈通风处理发热大米”的试验研究，探讨通风工艺上的几个问题，摸索了一些工艺设计参数。

1973年江苏南部地区普遍采用贮粮通风技术，苏北地区随后展开，全省应用这种方法处理粮食数十亿斤。浙江省加兴地区在七十年代后期认识到通风技术的效果，从而因地制宜采用“三低”。机械通风既有单独应用的，又有混合采用的，均发挥了很好的效果。1975年开始生产上应用这种技术的仅占贮粮数的百分之几，到目前已占贮粮数的50%。目前已逐渐推广到浙江其他地区。江西、湖南、河南、安徽、青海、甘肃、黑龙江等省也在重点试用。1982年商业部贮运局召开了“低温贮粮技术座谈会”，对这项贮粮技术十分重视，所以最近几年发展很快。

国内自然风通风贮粮工艺分述如下：

### 1、通风降温的方法与效果：

其通风方法与效果取决于通风时机、温差、通风方式、单位通风量等因素。

通风时机：江浙一代早稻产区一般分三次来掌握。第一次在9月下旬起将30℃以上的高温降低到20—25℃，第二次在10月下旬或11月中、下旬降低至15—20℃，第三次在严寒天气将粮温降至冷却粮（≤10℃）、冷透粮（≤5℃）的要求。北方地区选择相对湿度60—65%以下、气温0—5℃以下的干冷天气进行通风。

通风温差：采用粮温高于气温  $10^{\circ}\text{C}$  粮温下降速度较慢（表一）。  
以上进行通风，效果显著。低于  $10^{\circ}\text{C}$ ，

表一 通风温差与降温效果

| 温 差 $^{\circ}\text{C}$ | 通风时间（时） | 单 位 通 风 量<br>米 <sup>3</sup> /吨·时 | 降 温<br>$^{\circ}\text{C}/\text{时}$ |
|------------------------|---------|----------------------------------|------------------------------------|
| 2 5                    | 1 0     | 2 2.3                            | 2.1                                |
| 1 1                    | 1 0     | 2 2.3                            | 0.86                               |
| 5                      | 1 0     | 2 2.3                            | 0.3                                |
| 1 0 左右                 | 8—1 2   | 1 4—2 5                          | 0.3—0.7                            |

通风方式：普遍采用吸出式降温，间歇通风或连续通风按气候条件决定。有的地区用薄膜压盖，通过“开孔”或“分段揭膜”等形式进行调节。

单位风量：一般在  $11.4—28.5$  米<sup>3</sup>/吨·时，通风时间为  $11—53.5$  小时。

通风时机：青海省采用自然风降水在气温  $6—15^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $31—61\%$  的情况下，通风  $393$  小时（单位风量为  $75$  米<sup>3</sup>/吨·时）能将含水量  $20.4\%$  的小麦降低到  $12.3\%$ 。说明低温干燥要在一定温度和低相对湿度下才能取得良好效果。浙江双林粮管所试验效果如下（表二）：

## 2、通风降水的方法与效果：

表二 自然风低温干燥降水效果

| 日 期<br>年 月 | 粮 种 | 贮 粮 数<br>（公斤） | 通 风 量<br>米 <sup>3</sup> /吨·时 | 交换次数<br>次/时 | 原始水分<br>% | 通风后水分<br>% | 降水幅度<br>% |
|------------|-----|---------------|------------------------------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 7 7. 1 2   | 粳 稻 | 1 5 5 0 0 0   | 4 0                          | 3 8         | 1 7.3     | 1 4.7      | 2.6       |
| 8 0. 1     | 粳 稻 | 1 0 0 0 0 0   | 8 0                          | 8 5         | 1 7.4     | 1 4.9      | 2.5       |
| 8 1. 2     | 粳 稻 | 7 5 0 0 0     | 1 8 6                        | 2 0 5       | 1 5.7     | 1 4.1      | 1.6       |

通风方法：一般采用压入式通风降水。为改变粮堆水分形成水分梯度，当通风至中、下层水分接近安全水分时，改为

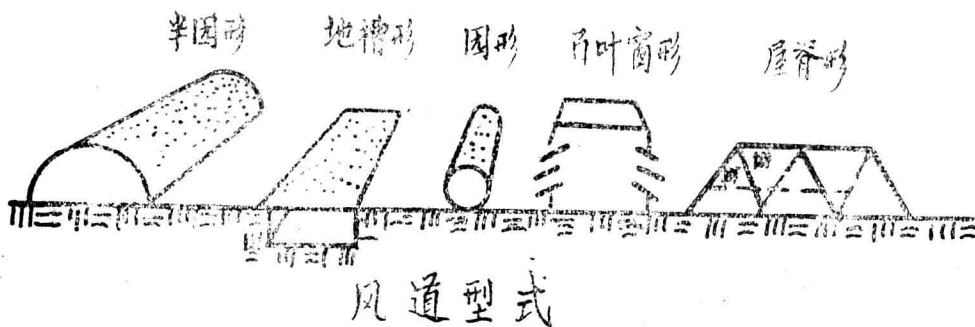
吸出式通风法，使上、中、下层水分基本平衡。为使降水效果良好，有的粮库采用间歇通风，一般通风  $8$  小时，间歇  $5$  天，

再行通风。

单位风量：浙江试验单位通风量不应低于  $60 \text{ 米}^3/\text{吨} \cdot \text{时}$ ，青海试验单位通风

量为  $75 \text{ 米}^3/\text{吨} \cdot \text{时}$ 。

3、风道型式：一般有下列几种（图一）。要根据具体条件采用。



图一 风道型式

4、风速：地槽风速一般采用  $V = 8 - 12 \text{ 米/秒}$ ；粮层风速  $V = 0.04 - 0.24 \text{ 米/秒}$ （浙江）、 $V = 0.03 \text{ 米/秒}$ （河南、降温）、 $V = 0.06 - 0.8 \text{ 米/秒}$ （青海、降水）。

5、粮层阻力：有二种办法。一种是查阅有关粮食的通风阻力图进行计算，另一种按  $H = (av + bv^2)L$  公式进行计算。

6、风槽间距：一般为3米左右，长度不超过25—30米，开孔率有的提出10%左右，有的取用20—25%。浙江采用变截面地下槽，其地槽进风口最大截面一般等于地槽末端最小截面的二倍，以使气流分布均匀。

7、费用：降温费用每万斤为0.2—0.7元，降水费用元/万斤·1%青海为0.79、嘉兴为0.90、泰来为0.95、平谷为0.97、农安为1.00、涅中为1.35。

### 三、自然风通风仓类型：

本节限于自然风通风仓类型，辅助加热干燥降水等仓型不包括在内。

#### （一）多管自然通风仓：

1、辽宁彰武多管自然通风仓的构造、通风管道、通风效果分述如下：

##### （1）园仓构造：

仓基：把1米深1米宽的地槽、砸实、用石砌好，然后砂灰灌浆。

仓身底座：在仓基上砌成。高1.2米，下宽70厘米，上宽50厘米，上垒仓壁，内口留10厘米，搭通风底。外壁垂直，里壁成坡形，以利通风。仓身底座上的通风底铺秫秸或树条帘子，上面再铺席子。通风底用水泥园形支柱和横架支起。为了防潮，底面加沥青层或水泥面。

进风口：根据风向在四个方向西南、西北、东南、东北设立进风口。在西南、西北面各设内径100×100厘米的四个进风口。在东南、东北面各设内径100×100厘米的三个进风口。

仓身：内口直径8米，仓身全高5米（在仓身3.8米处留进粮口，高90厘米，宽80厘米）。

仓盖：上好木架后，用草泥、沥青等抹盖。

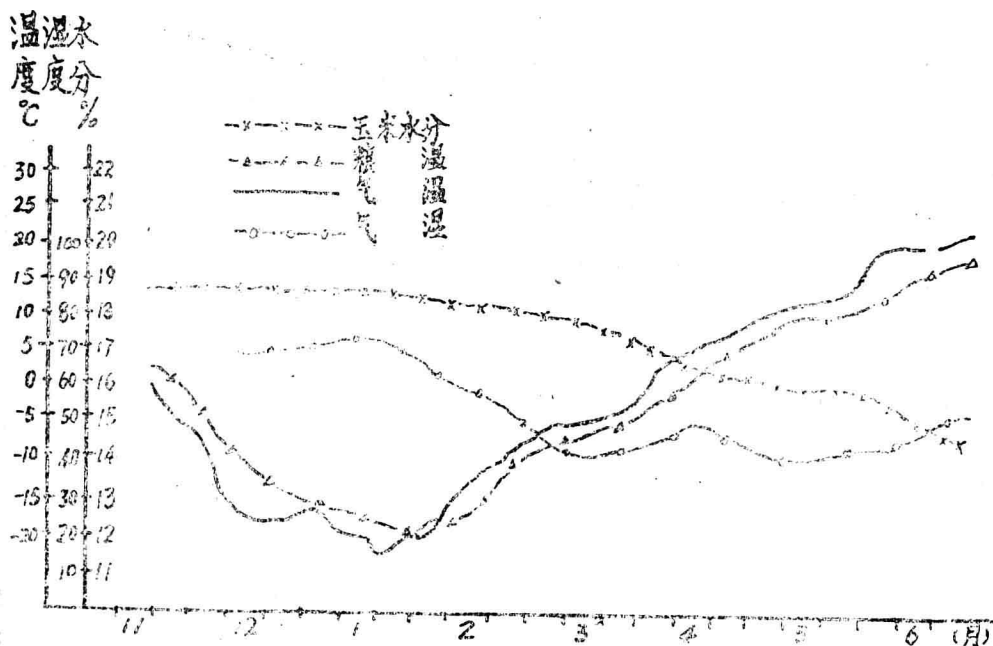
出风口：设在仓尖，直径2米，用铁皮制成园筒，固定在草把上。中间横安二条铁筋，安装出风口帽，双滑车，伞式帽，开闭时用绳子在下边操作。

（2）通风管：风管骨架用8号、6号铁丝做成直径为9—20厘米园圈，用细铁筋或竹竿与铁圈连成园形骨架，外包铁丝网做成通风管。管高根据仓身高度和通风管形式而定。通风管有二种：一种是下粗上细的园锥形压管；一种是底口粗的

喇叭形通管。

### （3）通风效果：

温度、水分的变化基本上随着冬春季周围空气中温度、湿度的大小而变化。试验表明含水量为18—20%的玉米、高粱由于初冬12月份起相对湿度逐步降低，3—5月份低至40—50%左右。而气温自3月份起逐渐升高，5月份上升到13℃。在这种干冷空气下粮食水分逐步下降。其下降幅度在2月份前除20%以上的高水分粮食仅下降1%以下外；3月份起由于气温上升，降水幅度为2—4%。含水量高的粮食降水幅度更大（图二）。



图二、多管自然通风仓温度、水分的变化

降水幅度除取决于温度与湿度外，还与风速、风向有关。风速大，风向西北，降水快；反之，风速小，风向南，降水慢。

通过试验对高粱、大米、小麦、花生等都取得了很好效果，且贮粮品质较好。

### 2、黑龙江泰来多管自然通风仓：

### (1) 园仓构造:

仓内设置通风管, 仓底有 1 米高的风室, 在迎风方面开启 3—4 个方型的进风门, 每个进风门的尺寸, 根据通风仓大小确定。10 米直径的通风园仓的每个进风门为 1 米<sup>2</sup>, 7—8 米直径的通风园仓为 0.6 米<sup>2</sup>。通风园仓尖顶部留有一个园形的出口口。其直径: 10 米直径的通风仓为 1.5 米; 8 米直径的通风仓为 1.2 米。出风口上装设防雨帽。一个迎风向的总面积与出风口的面积比为 2:1。通风园仓的架空仓底, 根据需要按三角错位排列留出通风孔以供装置通风管, 各个进风口均装置严密的门以备开关, 防止阴雨天湿气渗入。

### (2) 通风管:

可用冲孔钢板制作, 也可用铁丝围制, 竹蔑编织。其直径下端为 20 厘米, 上端为 13 厘米。通风管的管距, 18% 水分以上的为 60 厘米, 18% 水分以下的为 80 厘米。

### (3) 通风机:

采用轴流风机装在仓顶出风口, 当自然风速为 3 米/秒以下时, 开动排风扇以增通风量。直径为 75 厘米的轴流风机, 风量为 15600 米<sup>3</sup>/时, 动力为 0.75 千瓦。

### (4) 通风效果 见表三:

表三 多管自然通风仓降水效果

| 粮 库         | 粮 种  | 园 仓 直 径<br>(米)    | 粮 堆 容 积<br>(米 <sup>3</sup> ) | 存 粮 数<br>(吨) | 进 风 口 面 积<br>(米 <sup>2</sup> ) | 出 风 口 面 积<br>(米 <sup>2</sup> ) | 通 风 管 直 径<br>(厘米) | 管 距<br>(厘米) | 风 管 装 置 |
|-------------|------|-------------------|------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------|---------|
| 肇东尚家        | 玉米   | 8                 | 151                          | 100          | 2.67                           | 1.54                           | 17—13             | 80          | 一通一压    |
| 庆安石伊        | 玉米   | 10                | 314                          | 225          | 2.7                            | 1.77                           | 29—17             | 60          | “ ”     |
| 泰 来         | 玉米   | 10                | 393                          | 250          | 4.0                            | 2.0                            | 20—13             | 60          | 一通二压    |
| 接<br>上<br>表 | 粮 库  | 通 风 日 期<br>(月. 日) | 通 风 时 数<br>(时)               | 平 均 气 温<br>℃ | 平 均 气 湿<br>%                   | 降 水 情 况 %                      |                   |             | 元/吨·1%  |
|             |      |                   |                              |              |                                | 通 风 前                          | 通 风 后             | 降 低 数       |         |
|             | 肇东尚家 | 27/1—11/7         |                              |              |                                | 20.2                           | 14.4              | 6           |         |
|             | 庆安石伊 | 12/12—1/7         |                              |              |                                | 22.8                           | 14.6              | 8.2         | 0.26    |
|             | 泰 来  | 28/1—29/5         | 1014                         | 4            | 35.9                           | 21.8                           | 14.5              | 7.3         | 0.225   |

以上二种通风仓均适用于湿度低的有风地区, 能源上利用风力降水。由于通风时间长, 因而在管理上要严格, 干燥而风力大的天气要通风, 湿度大的天气要密闭, 并需适时倒仓。

## (二) 砧砌园筒通风仓:

砧砌园筒仓的贮粮特点是较高含水量的粳(糯)稻、玉米、大豆度夏难, 筒体内积温不易降低, 贮粮稳定性差, 易发生结露、发热、黄变。试验的目的是研究降温散热的效果及其贮粮的稳定性。

### (1) 仓型仓容:

园筒仓高度: 18.8米;

园筒直径: 4米;

粮层高度: 17.5米;

粮仓容量: 第一次通风, 大豆30万斤; 第二次通风, 早籼稻22万斤;

### (2) 通风装置:

通风网路: 压入式垂直单管通风网路;

垂直风管风速: 16米/秒;

单位通风量、30米<sup>3</sup>/吨·时;

分配器孔面积: 为风管圆截面积的10—15倍;

分配器垂直高度: 为粮层高度的1/6。

### (3) 风机选择:

型号: 4—72—11NO4.5离心风机;

### (4) 通风效果:

通风降温试验进行二次。第一次大豆, 平均粮温14.5℃, 在粮温与气温的温差值为5.5℃, 单位通风量为24米<sup>3</sup>/吨·时的情况下, 通风6小时, 平均粮温降至11.6℃, 每小时降温0.5℃; 第二次早籼稻, 平均粮温为16.7℃, 在粮温与气温的温差值为8℃、单位通风量为32.7米<sup>3</sup>/吨·时的情况下, 通风14小时, 平均粮温降到12℃, 每小时降温0.34℃(表四)。

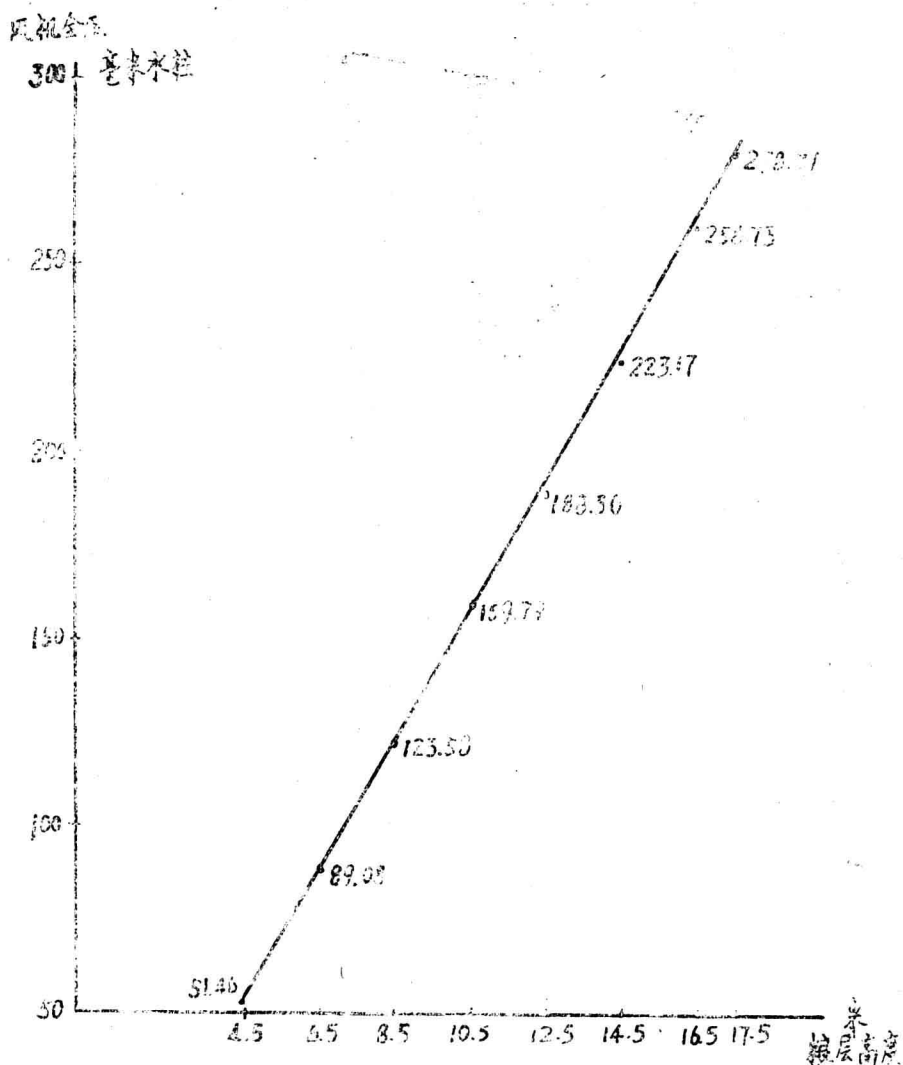
表四

砧砌园筒仓通风降温效果(杭州南星桥粮库)

| 粮种  | 通风日期<br>(月.日)                   | 单位通风量<br>米 <sup>3</sup> /吨.时 | 漏风 量<br>米 <sup>3</sup> /吨.时 | 通风时 温 |     | 通风<br>时间<br>(小时) | 降 温 效 果   ℃ |      |       |      |     |     |
|-----|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|-----|------------------|-------------|------|-------|------|-----|-----|
|     |                                 |                              |                             | 最高    | 平均  |                  | 通风前 温       |      | 通风后 温 |      | 降 温 |     |
|     |                                 |                              |                             |       |     |                  | 最高          | 平均   | 最高    | 平均   | 最高  | 平均  |
| 大豆  | 12.1                            | 24                           | 7.4                         | 10.5  | 9   | 6                | 19          | 14.5 | 14.2  | 11.6 | 4.8 | 2.9 |
| 早籼稻 | 12. <sup>21</sup> <sub>22</sub> | 32.7                         | 8.9                         | 11    | 8.7 | 14               | 23          | 16.7 | 14.5  | 12   | 8.5 | 4.7 |

该试验经过测试, 在粮层表观风速为0.14米/秒情况下, 通风阻力随着粮层高度的增加而呈线性上升, 以早籼稻

4.5米粮层高度的通风阻力为基点, 平均每2米粮层高度的通风阻力为34.56毫米水柱(图三)。



图三 通风阻力与粮层高度的关系

该通风仓尝试了深层筒仓的通风工艺设计，降温效果显著，但筒体漏风率较大，对通风效果具有一定的影响。

### (三) 地下喇叭通风仓：

地下喇叭仓夏季热入小麦粮温高达  $35-40^{\circ}\text{C}$ ，贮存三年粮温才能逐步达到低限水平。由于温差过大，可能产生结

露等问题，因而常先将高温小麦在房式仓贮存，冬季再转入地下仓。这种处理法费用增加很大。所以就进行了通风降温降水的试验。通过四年来的实践，在冬季气温  $-2-0^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $50\%$  以下，其粮温可在  $96$  小时通风后降至  $15^{\circ}\text{C}$  以下，且各部位水分分布均匀，始终稳定在  $9-11\%$ 。其仓型仓容、通风装置和通风效果分述如下：

### 1、仓型仓容：

地下仓拱角跨度：18米；

锥底直径：13.2米；

仓高：18米；

入库粮质：符合中等标准；

贮粮水分：9.76~9.9%；

### 2、通风装置：

地下仓风道形式：车轮形通风道（风道截面呈等边三角形）；

截面边长：280毫米；

轮缘周长：3500毫米；

斜卧风道长：6000毫米；

### 3、风机选择：

型号：4—72—11NO4.5 离心风机；

### 4、通风效果：

通风效果影响到经济效益。它与仓型大小、通风时机、风机选择、风道设计等因素有关：

#### （1）通风与仓型：

在小型地下仓试验中，进行了对比观测。从对照仓的情况可以看出，小型地下仓热入的小麦，采用自然通风冷却法，经过一年时间，试验仓的低温层逐渐上升，对照仓的高温层逐渐下降，从而达到粮温15℃左右的低限水平，取得和机械通风降温同样的效果，同时小麦品质良好。所以，小型地下仓热入的小麦，不必在冬季进行机械通风冷却。

在大型试验中，从对照仓的情况可以看出，热入小麦经过一年时间，对照仓的高温层仍然保持30℃，对品质有所影响，因而进行长期贮存，应采用机械通风冷却为宜。

#### （2）通风与时机：

通风效果与选择最佳通风时机具有密切关系。130万斤中型地下仓通风时，由于掌握通风时机不当，温差过小，没有进行连续通风，因而使粮堆湿热空气积聚上层，致使水分增高。直到温差达到10—15℃时才连续通风，因而在较长一段时间内，存在着无效通风，消耗电能较多而影响经济效益。

300—400万斤大型地下仓，在冬季通风期间采用22型通风自动控制仪。挑选的温度为-2—0℃、相对湿度50%以下，自动开关风机，通风效果良好，大大缩短了通风时间，提高了经济效益。

#### （3）通风与风机：

风机的选择、应根据仓型、大小、粮种、粮堆高度、粮食水分等因素，合理计算选定。

如小型试验仓，经计算应选用4—72—11型NO3.6A风机，而使用的是旧风机，则风压基本符合要求，而风量偏小。

中型130万斤试验仓，经计算选用4—72—11型NO4.5A风机，而试验中采用无型号的风机，风压过大，风量过小。

大型试验仓选用风机适当（表五）。

该通风仓经试验证实，含水量为11—11.5%的小麦采用热入冷贮深层通风等技术措施，不会产生结露，使粮温降至15℃以下，含水量稳定在原有状态，有效地抑制了虫霉，保证了粮食品质不受影响。

试验中由于通风工艺设计较好，管理方法较为合适，经济效益显著，万斤粮耗电约0.2元。

不足之处对含水量为12—12.5%的

表五

不同仓型通风效果对比

| 项 目 \ 仓 型  |                       | 小 型                                 | 中 型    | 大 型                                   | 大 型                      |
|------------|-----------------------|-------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------------------------|
| 试 验 地 点    |                       | 灵宝501库                              | 灵宝501库 | 灵宝501库                                | 偃师0512库                  |
| 试 验 仓 型    |                       | 锥底喇叭                                | 锥底喇叭   | 平底喇叭                                  | 锥底喇叭                     |
| 仓库容量(万斤)   |                       | 30                                  | 150    | 300                                   | 400                      |
| 入库数量(万斤)   |                       | 34                                  | 132    | 264                                   | 350                      |
| 试验时间(年)    |                       | 78—79                               | 79—80  | 80—81                                 | 81—82                    |
| 通 风 机      | 风机型号                  |                                     |        | 4-72-11№4.5A                          | 4-72-11№4.5A             |
|            | 功 率                   | 0.75                                | 7.5    | 7.5                                   | 7.5                      |
|            | 转数(转/分)               | 2850                                | 2900   | 2900                                  | 2900                     |
|            | 风量(米 <sup>3</sup> /时) | 1000                                | 3650   | 8500                                  | 8500                     |
|            | 风压(毫米水柱)              | 160                                 | 460    | 222                                   | 222                      |
| 操 作 方 法    |                       | 人 工                                 | 人 工    | 22型自控仪                                | 22型自控仪                   |
| 累计通风时间(时)  |                       | 284                                 | 442    | 99                                    | 96                       |
| 降 温 效 果    | 通风前(℃)                | 18.2                                | 21     | 22.8                                  | 24                       |
|            | 通风后(℃)                | 8.7                                 | 9.2    | 9.2                                   | 10                       |
|            | 降 温(℃)                | 9.5                                 | 11.8   | 13.6                                  | 14                       |
| 水 分 变 化    | 通风前 %                 | 10.05                               | 9.2    | 10.6                                  | 9                        |
|            | 通风后 %                 | 10.3                                | 9.0    | 9.6                                   | 9                        |
|            | 变 化 %                 | +0.25                               | -0.2   | -1                                    | 0                        |
| 单位电费(元/万斤) |                       | 0.512                               | 2.01   | 0.225                                 | 0.185                    |
| 备 注        |                       | 风机选择不当<br>和人工掌握通<br>风,时间长,<br>费用较高。 | 同 左    | 风机选择合理,<br>仪器控制通风时<br>机,单位通风费<br>用较低。 | 各项数据计算合<br>理,单位电耗较<br>低。 |

小麦未进行试验研究可否能进行热入冷贮。同时地下仓复盖层隔热保冷尚需试验,使整仓粮温均保持在17℃以下。

#### (四) 自然风通风房仓:

##### 1、青海浅脑山地区:

该地区在脱粒期间由于气温低,雨水多,空气湿度大,小麦水分过高,得不到及时干燥,从而影响到小麦入库任务。试验目的在于研究12月至次年3月为通风冷藏阶段,4—6月为通风干燥阶段,探

讨其通风降温降水效果。

(1) 试验地点：湟中鲁沙尔粮站；

(2) 试验条件：

粮仓大小：100万公斤苏式仓，隔出15.6米×0.13米作试验仓；

实存小麦：206000公斤；

粮堆高度：1.74米；

粮食水分：22.7%；

(3) 通风装置：

主支通风管道系统：主管：长：

1.5×2+1.6×7米；

直径：1.34米；

支管：长：

2.6×3×9米；

直径：0.45米；

支管道间距：1.3米；

单位通风量：75米<sup>3</sup>/吨·时；

总风量：15450米<sup>3</sup>/时；

风速：0.068米/秒；

粮层阻力：66毫米水柱；

(4) 风机选择：

型号：4—72—11№8c；

转速：1120转/分；

风量：15500米<sup>3</sup>/时；

风压：123毫米水柱；

功率：7.5千瓦；

(5) 通风效果：

通风自12月开始至次年3月，共4个月，每周适时通风1—2次，每次通风1—2小时，共计通风100.5小时，粮温始终保持在-1.5℃以下，效果良好。但降水效果由于气温低，降水不明显，由22.7%下降到20.4%。在通风冷却阶段，其贮粮品质稳定（表六）。

表六

通风冷却阶段的品质变化

| 检测项目 | 水分 % | 发芽率 % | 脂肪酸值<br>KOHmg/100g | 粘度值<br>(厘沲) | 带菌量<br>万个/克 |
|------|------|-------|--------------------|-------------|-------------|
| 试验前  | 22.7 | 47    | 2.0                | 2.0         | 55          |
| 试验后  | 20.4 | 60    | 2.7                | 2.0         | 50          |

通风干燥阶段正值4—6月上旬，其空气平均温度为10℃，平均相对湿度为47%，通风393小时，小麦水分降至12.3%（表七）。

通风干燥阶段，小麦品质仍然正常稳定（表八）。

采用这种自然风干燥降水成本较低，每吨降水1%为0.158元。从表七分析，通风干燥至5月12日，其平均含水量已达13.8%，上层最高含水量为

14.1%，已达到当地温度、水分之间相关性的安全贮藏指标，可以不再进行通风，因而尚可降低费用，提高经济效益。

## 2、长子地区：

该地区在征购期间由于粮食水分高，晒粮任务大，影响粮食征购入库任务的如期完成。因而通过采用自然风通风降温降水的试验，以提高粮食质量、加快入库进度。

表七

通风干燥阶段的降水效果

| 通风日期<br>(月.日) | 通风时数<br>(时) | 动力消耗<br>(度) | 空气温湿度   |           | 通风前水分% |      |      |      | 通风后水分% |      |      |      |
|---------------|-------------|-------------|---------|-----------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
|               |             |             | 温度<br>℃ | 相对湿度<br>% | 上层     | 中层   | 下层   | 平均   | 上层     | 中层   | 下层   | 平均   |
| 4.1—4.6       | 42          | 319         | 7       | 31        | 21.3   | 22.5 | 19.5 | 20.4 | 20.4   | 23.8 | 17.9 | 19.3 |
| 4.7—4.15      | 55.5        | 422         | 8       | 42        | 20.4   | 23.8 | 17.9 | 19.3 | 20.5   | 22.3 | 16.2 | 18.5 |
| 4.16—4.21     | 22          | 166         | 6       | 59        | 20.5   | 22.3 | 16.2 | 19.5 | 18.4   | 17.6 | 14.4 | 16.4 |
| 4.22—4.27     | 32.5        | 246         | 10      | 37        | 18.4   | 17.6 | 14.4 | 16.4 | 16.9   | 14.0 | 16.3 | 16.5 |
| 4.28—5.4      | 49.5        | 376         | 8       | 44        | 16.9   | 14.0 | 16.3 | 16.5 | 16.1   | 13.6 | 14.4 | 15.2 |
| 5.5—5.12      | 45.5        | 345         | 13      | 42        | 16.1   | 13.6 | 14.4 | 15.2 | 14.1   | 12.5 | 13.2 | 13.8 |
| 5.13—5.19     | 47.5        | 356         | 15      | 62        | 14.1   | 12.5 | 13.2 | 13.8 | 14.2   | 12.5 | 13.2 | 13.7 |
| 5.20—6.10     | 98.8        | 750         | 14      | 61        | 14.2   | 12.5 | 13.2 | 13.7 | 12.4   | 12.4 | 12.0 | 12.3 |
| 合计            | 393.3       | 2980        |         |           |        |      |      |      |        |      |      |      |
| 平均            |             |             | 10      | 47        |        |      |      |      |        |      |      |      |
| 对照            |             |             |         |           | 19.0   | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 18.2   | 18.7 | 18   | 18.6 |

表八

通风干燥阶段的品质变化

| 检测项目 | 水分 % | 发芽率 % | 脂肪酸值<br>KOHmg/100g | 粘度值<br>(厘沩) | 带菌量<br>万个/克 |
|------|------|-------|--------------------|-------------|-------------|
| 试验前  | 20.4 | 47    | 2.0                | 2.0         | 55          |
| 试验后  | 12.3 | 55    | 3.4                | 2.3         | 50          |
| 对照   | 18.6 | 50    | 3.4                | 2.4         | 50          |

(1) 试验地点: 长子鲍店粮站;

(2) 试验条件:

仓型: 双顶拱型仓;

粮仓大小: 20米×12米;

实存玉米: 200000公斤,

含水量为17.5%;

粮堆高度: 1.2米;

(3) 通风装置:

采用压入式, 通风装置如图四所示;

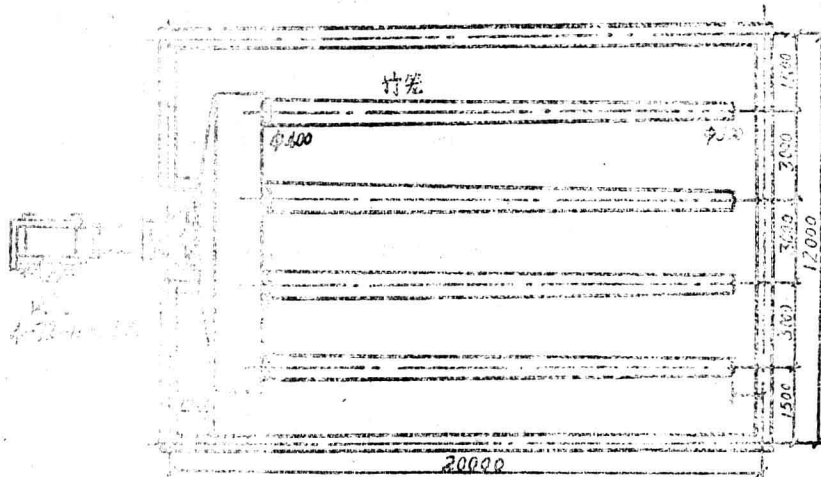
(4) 风机选择:

型号: 4—72—11№5 离心风机;

转速: 1450转/分;

风量: 7358米<sup>3</sup>/时;

风压: 56毫米水柱;



图四 压入式通风装置

功率：2.2千瓦；

显著。

#### (5) 通风效果：

11月粮食入库，12月上旬进行第一次通风，当时气温为 $-4^{\circ}\text{C}$ ，粮温为 $10^{\circ}\text{C}$ ，通风10小时，粮温降至 $0^{\circ}\text{C}$ 。1月中旬进行第二次通风，气温 $-6^{\circ}\text{C}$ ，通风10小时，粮温降至 $-3^{\circ}\text{C}$ ，随后密闭保藏。3月中旬，粮温回升到 $3^{\circ}\text{C}$ ，4月中旬粮温回升到 $6^{\circ}\text{C}$ ，利用晚间干冷空气，通风6小时粮温下降至 $3^{\circ}\text{C}$ ，密闭保藏。5—9月上、下层粮温分别由各 $3^{\circ}\text{C}$ 回升到 $12^{\circ}\text{C}$ 、 $11^{\circ}\text{C}$ ，10月份又复下降。整个通风过程未发生霉变、虫害、发芽率仍然高达97%。

在降温同时，由于12—4月份的相对湿度低，降水效果也很明显。每次通风均可下降1.5—5.7%，4月份测定粮食含水量已由17.5%或下降至14.5%。

该试验费用共20元左右，万斤粮食的降温降水费用为0.5元。这种通风方法适用于北方温湿度低的地区，效果十分

### (五) 砖砌流化通

#### 风园仓：

流化卸粮装置降水是在一座直径为12米的砖园仓内进行（如图五）。风从气体分配槽经鱼鳞孔板吹入粮堆，降水后的粮食可用风吹送出仓。

试验仓粮食的含水量为12.6—15.78%，通风降水效果良好。降水效果与原始粮食含水量、空气温度与相对湿度、通风时间等有关。在收获季节，如含水量高达20%左右的潮粮进行通风降水其效果将会更好。应用此法进行通风降水，要求合理掌握通风时机，利用傍晚相对湿度不高、气温较低的空气进行通风，可使粮温下降 $2-3^{\circ}\text{C}$ ，收到降温降水效果（表十）。由于空气流经风机蜗壳受叶轮旋转摩擦作用，使温度升高 $2^{\circ}\text{C}$ 左右。所以，在夜晚用吸风，白天用吹风对

仓内进行降温降水，还可望增加效果。

表十 流化通风降水效果 (加兴王店粮库)

| 试验日期 (年、月)    | 8 1、9  | 8 2、8  | 8 2、8—9 |
|---------------|--------|--------|---------|
| 粮食品种          | 早 粳    | 四等早尖稻  | 四等早尖稻   |
| 粮堆高度 (米)      | 3.6    | 3      | 3       |
| 贮存数量 (公斤)     | 190000 | 170840 | 170404  |
| 仓外平均温度 °C     | 21     | 32.9   | 30.7    |
| 仓外平均相对湿度 %    | 85.6   | 62.7   | 66.2    |
| 粮食原始水分 %      | 12.6   | 14.5   | 15.78   |
| 通风降水 %        | 0.2    | 0.55   | 3.2     |
| 通风时间 (小时)     | 10     | 16.2   | 79      |
| 通风总电耗 (度)     | 139.9  | 214.7  | 1004.9  |
| 干燥降水成分 元/公斤·水 | 0.035  | 0.022  | 0.018   |
| 单位电耗 度/公斤·水   | 0.32   | 0.197  | 0.16    |

应用这种方法降温降水，其优点是仓内结构简单，均匀配置了鱼鳞孔板，使风量分配比较均匀，通风槽透气面积大，因而降温降水效果显著。缺点是在阴雨天使用上受到限制，如配备加热器给以辅助加热，干燥降水效果将会显著提高，以降低干燥成本。

## (六) 平底吹风仓：

这种装置是在商业部粮仓机械赴法考察组回国后，由无锡市粮食局在1602

库进行试验。

试验仓面积为34米×12米，堆高5米。分隔成二个仓。仓顶上装置有链条刮板输送机，仓外装有斗式提升机与吹风卸料和通风装置的链条刮板输送 构成通路，便于二个仓廩的粮食相互倒仓之用。

这种装置及布置如图五所示，由主管、梯形风管、链条刮板输送机、通风机组成。主风道布置在中央，风管在主风道两侧对称排列。

通风机型号：4—72—NO6.5 双叶轮。

产量及电耗经测定：

| 有效工作时间(时) | 吹风卸粮总重量(吨) | 生产能力吨/时 | 电机配备功率(千瓦) | 实测电功率(千瓦) | 总耗电量(度) | 单位粮食重量耗电量(度/吨) |
|-----------|------------|---------|------------|-----------|---------|----------------|
| 1.3       | 49.97      | 36.9    | 40         | 31.69     | 41.2    | 0.8245         |

吹风装置的应用范围除吹风卸料外，可以一机多用，还可进行通风降温降水。国外10米×10米的方形筒仓内，当贮藏小麦含水量为15—16%时，堆高可达30米，选用风机的风量为30000米<sup>3</sup>/时，风压为500—600毫米水柱。贮存含水量较高的18—20%小麦

时，最大堆高应小于15米，选用风机的风量为60000—75000米<sup>3</sup>/时，风压为350—400毫米水柱。1602粮库试验粳稻535吨，含水量为19.8%，堆高为4.7米，通风效果如表十一。

表十一 平底吹风装置降温降水效果

| 通风日期 (月、日)  | 吹风时间(时) | 空气温湿度 |     | 粮食平均水分% | 粮温℃  |      |      | 平均粮温℃ | 电耗(度) |
|-------------|---------|-------|-----|---------|------|------|------|-------|-------|
|             |         | 温度℃   | 湿度% |         | 上层   | 中层   | 下层   |       |       |
| 吹风前粮温与水分    |         |       |     | 19.8    | 15   | 16   | 17   | 16    |       |
| 第一次吹风 12、7  | 2.55    | 2—13  | 78  | 19.3    | 14.4 | 15.4 | 14.4 | 14.7  | 118   |
| 第二次吹风 12、12 | 6.10    | 3     | 80  | 19.05   | 7.2  | 4.8  | 3    | 5     | 263   |
| 第三次吹风 12、14 |         |       |     | 18.4    | 4.2  | 3.2  | 1.8  | 3.06  | 139   |

这种吹风装置的优点是结构简单，操作方便。一机多用，既能吹风卸粮出仓，又能降温降水。并能减轻劳动强度，改善劳动条件，工人不用进仓操作，免受灰尘污染。缺点是耗电量大，产量较小。应进一步研究试验，摸索最佳参数，降低电耗量及装置的投资费用；并可在深层筒仓或房仓中使用以减少单位电耗。

#### 四、开展通风降温降水的几点意见：

##### (一)、按照地理区划提出不同通风措施：

我国幅员辽阔，应按照国家不同划区提出不同的通风措施，求得最佳经济效益。

三北高原区：包括东北三省、内蒙、河北、张家口、承德地区和新 疆 北 部。

该地区在气候上属寒温带、温带，为半湿润或半干旱地区；其特点是冬季长而酷寒，粮食一年一熟，以玉米为主，收获季节晚水分较高，一般在25%左右，高的可达30%以上。全年日平均气温在0℃以下时间有120天以上，全年相对湿度为54—74%，特别是3—5月相对湿度大部在40—60%之间。

该地区可在总结辽宁彰武、黑龙江泰来多管自然通风仓降水经验的基础上，研究设计更适宜于利用冬春季节自然风干燥玉米的仓型。同时研究探索粮温上升到5—10℃利用自然风干燥和辅助加热干燥的机械通风试验，在较短时间把粮食水分降低至安全水分的要求。

西北高原区：包括 西 藏、新疆、陕西、甘肃、宁夏、青海、山西、河南西部，在气候上属温带半干旱、干旱地区；本地区以麦类为主，干燥少雨，粮食水分