

# 多功能种子库的环境控制装置改造与设计

王志远<sup>1</sup>, 崔广仁<sup>2</sup>, 王嘉兰<sup>3</sup>

(1, 2 洛阳工学院; 3 洛阳 725 研究所)

摘要: 通过将常规冷库的制冷系统和控制系统进行改进和一种新型降温除湿装置的研制, 满足了各类型种子库的贮藏要求, 应用效果良好。介绍了种子库的类型和贮藏条件, 重点介绍各种设计改进方法和控制原理, 既满足了不同种子库的温、湿度和控制精度要求, 又达到了设备造价低、能耗低的目的。

关键词: 种子库; 加湿; 除湿; 通风换气; 控温装置

中图分类号: S339.3<sup>+</sup>4

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2002)0420090204

种子质量直接影响农作物产量、质量和农民的利益, 提高种子的贮藏质量, 保证种子的贮藏期和发芽率是种子工程的主要任务之一。近年来国家对种子工程越来越重视, 每年都拨巨资新建一批专用种子库。但这远不能满足需求, 因地制宜开发一些投资少、见效快、多功能的种子贮藏装置已成为当务之急。种子贮藏主要是要求恒定的温、湿度, 但近年研制的高科技品种和人造种子对贮藏库的要求则很特殊, 如脱毒甘薯的储藏要经过不同的温度阶段; 人造种子要放在培养基中浸渍并同时降温至 4℃ 且背光保存<sup>[1]</sup>。本文旨在通过脱毒甘薯和脱毒马铃薯的贮藏研究, 为种子库的贮藏提供经济实用的设计方案。

## 1 种子库分类

按种子安全贮藏期可把种子库大致分为 2 类:

- 1) 长期库: 库温在 -20~0℃ 之间, 相对湿度在 50% 以下, 贮藏期为 5~10 a, 属低温库。
- 2) 短期库: 库温在 0℃ 以上, 相对湿度在 80% 以上, 贮藏期 3 a 以内, 属高温库。

长期库的温度和相对湿度都较低, 因为库温越低, 库内越干燥, 种子的安全贮藏期越长, 故该类种子库需降温除湿; 短期库库温和相对湿度均较高, 属“活体”物品, 在贮藏过程中要进行呼吸和新陈代谢活动, 该类种子库需控温加湿和通风换气。

除湿方法有固体、液体吸湿剂除湿、升温降湿和冷冻除湿等。因种子库本身有制冷系统, 所以采用冷冻除湿配升温降湿的做法是比较经济合理的方法。升温降湿多采用电加热, 也有采用热泵反向循环升温的方法。从使用效果看, 前者有耗能大且电加热管易烧的缺点, 后者因四通换向阀频繁动作易失灵而

效果较差。加湿的方法适合于冷库使用的有超声波湿膜和离心式加湿器等<sup>[2]</sup>。电加热器虽有水蒸气负荷大, 增大了库房耗冷量的缺点, 但却具有简便易行的特点, 可视情况使用。

## 2 短期库的设计改造

脱毒马铃薯和甘薯的贮藏工艺条件分别为: 温度 2~4℃ 和 12~14℃, 相对湿度 75% 左右和 80%~90%。脱毒甘薯的贮藏要经过 3 个阶段, 即短期升温至 35℃ 促使切口愈合, 保持 3 d 后降温至 13℃ 左右。甘薯一般在 10 至 11 月入库, 至 11 月下旬制冷装置即可停止运行, 到元旦前后的最冷时节要升温, 一般贮藏 5~6 个月后出库。

为实现脱毒甘薯和马铃薯的贮藏, 将一个旧冷库改造成种子库, 采用氟利昂风冷冷凝机组、吊顶空气冷却器, 制冷剂为 R502。冷库温靠温度控制器和电磁阀及热力膨胀阀联合控制, 温度波动大; 通过喷水、在库内放湿草垫等人工加湿, 湿度无法保证。此次加装超声波加湿器, 通过电脑控制仪自动控制达到库内恒温恒湿, 其中 1ST 为制冷电脑温控器, 2ST 为加热电脑温控器, 32nST 完成多库房温度遥测及报警。压缩机采用压力及时间双重抽空控制确保系统抽空。为防止制冷压缩机抽空停机时, 库温降至 0℃ 或控制下限, 损坏货物品质, 影响商品质量, 电加热器通电升温减小库内温度波动, 其流程如图 1。

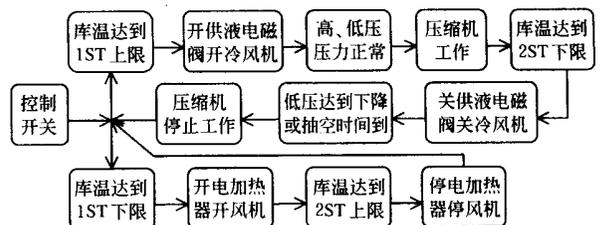


图 1 库温控制流程图

Fig 1 Flow chart of temperature control of the storage house

收稿日期: 200112218

基金项目: 河南省教委科学研究计划项目(1999560003)

作者简介: 王志远, 女, 讲师, 研究领域为制冷与空调设计方法与应用, 洛阳工学院 108 号信箱, 471003

此法控制库内温度, 波动值很小( $\pm 1$ ), 获得了良好的应用效果。进行脱毒甘薯的贮藏时, 制冷系统停止运行, 利用空气冷却器配带的融霜电加热器加热和风机的强制送风, 能迅速使空气升温至 35 左右, 由于是短期加热对蒸发器和元器件均无影响, 保持 3 d 待伤口愈合后, 开启冷风机进行降温, 使库温恒定在 13 左右, 相对湿度在 80% ~ 90% 之间。此时由于热力膨胀阀前后压差较小, 压差控制器会起跳而停止压缩机运行。为此特在回气管上靠近蒸发器一侧并联装设一电磁阀(常闭型)和一蒸发压力调节阀(或节流阀)<sup>[3]</sup>, 如图 2 所示。经改装后运行良好, 做中、低温冷库用时, 回汽电磁阀处于开启状态, 作高温库用时, 回汽电磁阀处于闭合状态。电磁阀和蒸发压力调节阀装在同一水平面, 以利压缩机回油。在贮藏后期, 库温低于室外气温, 此时制冷转换为制热运行, 由 2ST 加热电脑控制仪控制。整个贮藏过程中开启电加热器的时间较短, 因在 13 条件下甘薯每天呼吸放热量就达 4 18 kJ ÷ kg<sup>[4]</sup> (约使库温升高 1~ 2), 主要是在换新风时对进入库内的室外空气加热。温湿度控制采用人工设定和电器控制相结合的方法。

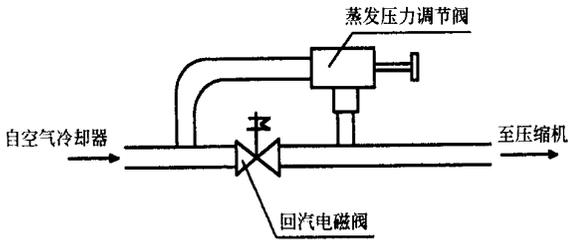


图 2 蒸发压力调节阀安装位置图

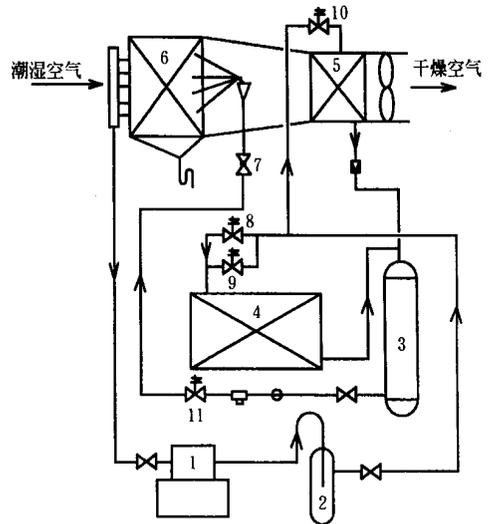
Fig 2 Position of evaporating pressure regulating valve

该类种子库的空气成分对贮藏效果影响也很大。脱毒甘薯和土豆在贮藏过程中呼吸作用强, 会消耗 O<sub>2</sub>、释放 CO<sub>2</sub>, 种子在低 O<sub>2</sub> 和高 CO<sub>2</sub> 环境下呼吸作用变缓有利于种子的贮存, 但 O<sub>2</sub> 浓度不能过低, 一般控制在库内 O<sub>2</sub> 浓度低于 3% 或 CO<sub>2</sub> 浓度高于 10% 时, 进行通风换气。甘薯在贮藏中如缺 O<sub>2</sub> 会产生酒精和 CO<sub>2</sub>, 从而发生烂薯, 所以甘薯不宜堆垛, 要采用搁架分层堆码, 便于空气流通, 避免局部温度过高、缺 O<sub>2</sub> 而腐烂。换气时风机采用 8~ 10 倍于库体体积的循环量, 每次换气 5~ 10 min, 避免库内温度剧烈波动。

### 3 长期库的设计研制

用氟利昂过热蒸汽作升温热源的降温除湿装置对长期种子库进行设计研制, 其工作流程见图 3。控制要求分析见图 4。当用于一般降温时(A - B 过

程), 关闭电磁阀 9, 10, 开启电磁阀 8, 外冷凝器处于工作状态, 冷凝液体流至贮液器。当需除湿时(如库温 - 18, 相对湿度 50%), 打开电磁阀 9, 10, 关闭电磁阀 8, 内冷凝器处于工作状态, 对经蒸发器降温除湿(B - C 过程)后的干燥空气进行加热(C - D 过程), 使其温、湿度达到种子库要求的数值范围。冷凝后的制冷剂液体经单向阀流向贮液器, 单向阀可以防止外冷凝器工作时液体倒流至内冷凝器。而当内冷凝器工作时, 为了使液体顺畅地流至贮液器, 在内、外冷凝器之间装一压力平衡管, 由电磁阀 9 控制, 使内外冷凝器的压力得以平衡, 因此内冷凝器内凝结的液体就能够靠重力流至高压贮液器。当库内温湿度均达到要求时, 关闭电磁阀 11 停止蒸发器供液, 继而停止压缩机的运行。



1. 压缩机 2 油分离器 3 贮液器 4 外冷凝器 5 内冷凝器  
6 蒸发器 7 节流装置 8 9 10 11 电磁阀

图 3 降温除湿原理图

Fig 3 Schematic diagram of lowering temperature and dehumidity

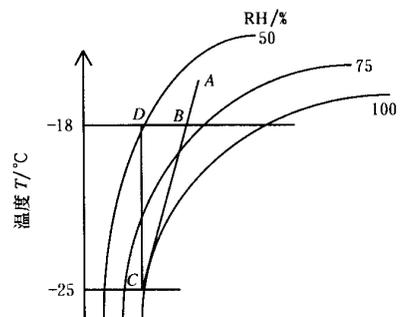


图 4 库内空气状态变化过程图

Fig 4 State variation of air in cold storage house

该降温除湿装置的设计要点: 确定蒸发温度。由图 4 可看出, 库内空气由状态 B (温度 - 18, 相对湿度在 60% ~ 70% 间) 经蒸发器冷却除湿后到状

态 C, 温度需低于  $-25$ , 再经内冷凝器升温才能到达 D 状态, 据此确定蒸发温度  $t_o = -35$ ; 根据热力膨胀阀前后的压差  $0.98 \text{ MPa}$  确定内冷凝器的冷凝温度  $t_k = 25$ , 进而确定冷凝面积, 并保证冷凝负荷将空气温度由  $-25$  升温至  $-18$ ; 上述工况下压缩机的制冷量应当与外冷凝器工作时(冷

凝温度高于环境温度, 蒸发温度为  $-28$ ) 压缩机的制冷量相近。

表 1 为内冷凝器降温除湿与冷冻除湿配电加热器升温降温的能耗比较。结果表明, 在相同的蒸发温度相同的制冷量情况下, 内冷凝器降温除湿比冷冻除湿减少能耗 72.4%。

表 1 两种降温除湿方式(空气状态由图 4 中 B- C- D) 能耗比较

Table 1 Energy consumption comparison of two kinds of lowering temperature and dehumidity

项 目	运行工况		处理 $1 \text{ m}^3$ 空气 所需制冷量 $\dot{Q}_k$ /kW	压缩机耗电 $\dot{Q}_k$ /kW	电加热器耗电 $\dot{Q}_k$ /kW	总功耗 $\dot{Q}_k$ /kW	对比 %
设置内冷凝器的装置	$t_o = -35$	$t_k = 25$	10.2	4.9		4.9	-72.4
冷冻除湿外设电加热器	$t_o = -35$	$t_k = 45$	10.2	8.38	9.54	17.9	

## 4 种子库环境指标测试及应用效果

### 4.1 温度和相对湿度

在库内上、中、下位置分设温湿度测点, 并于不同时间测定, 取其平均值作为库内一天的温湿度值, 甘薯种子贮藏过程中温度保持在  $(13 \pm 1)$ , 相对湿度 80% ~ 90%, 结果见表 2, 经我们贮藏的脱毒甘薯种子 5 个月后完好率在 95% 以上, 而大窖贮藏则发芽、烂损率近 30%。脱毒马铃薯种子库温度维持在  $2 \sim 4$ , 相对湿度 65% ~ 75%, 贮藏 8~ 9 个月后完好率近 100%, 无烂损和发芽现象, 幼苗茁壮。

表 2 甘薯种子库内温度和相对湿度

Table 2 Temperature and relative humidity of sweet potato seed warehouse

项目	月 份						月均值差 最大值	
	10	11	12	1	2	3		
温度 $\dot{Q}$	平均	13.2	13.0	12.9	13.2	13.3	13.0	0.3
	最低	12.5	11.8	11.7	11.5	12.0	12.2	
	最高	14.3	14.7	14.5	14.6	14.7	14.0	
相对湿 度 $\dot{Q}$	平均	89.2	87	88.8	90.5	92	91.5	5
	最低	85	80	85	85	89	88	
	最高	90	90	90	100	95	95	

### 4.2 气体成分

库内气体成分采用气体分析仪测定。结果在种

子入库后 2~ 3 d 内  $\text{CO}_2$  浓度升高至 5%,  $\text{O}_2$  浓度降至 13% 左右, 至第 4 d 时局部货物堆积及通风不畅处,  $\text{O}_2$  浓度低至 2.763%,  $\text{CO}_2$  浓度高达 11.58%, 控制 3~ 4 d 换一次气。甘薯换气次数可频繁一些。

## 5 结 语

1) 普通冷库制冷装置经改造及加装电脑控制仪后, 环境参数控制精度提高, 温度变化月均值差最大值为 0.3, 相对湿度变化月均值差最大值为 5%, 且可调范围广, 更经济适用。

2) 内冷凝器降温除湿装置控制长期种子库的环境参数, 能耗低操作简便, 可取缔冷冻除湿配电加热升温降温的装置或将其改造成内冷凝器降温除湿装置。

### [参 考 文 献]

- [1] 张肇富译 世界首创人造种子的冷藏保存技术[J]. 冷藏技术, 1998, (2): 24
- [2] 黄劲松 冷库相对湿度的控制[J]. 冷藏技术, 1998, (3): 16~ 19
- [3] 陆耀庆 实用供热空调设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997. 1099
- [4] 余烈松 作物栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1989. 503 ~ 512

## Design and Improvement of Controlling Environment Equipment in Multiple-Purpose Cold Storage House for Seeds

Wang Zhiyuan<sup>1</sup>, Cui Guangren<sup>2</sup>, Wang Jialan<sup>3</sup>

(1. Department of Mechanical Design Engineering, Luoyang Institute of Technology, Luoyang 471003, China;

2. Department of Architectural Engineering, Luoyang Institute of Technology, Luoyang 471003, China;

3. Quality Examination Department, Luoyang 725 Institute, Luoyang 471039, China)

**Abstract:** The storage demand of all kinds of seed warehouses is met by improving refrigerating and control system of conventional cold storage and developing a new kind of lowering temperature and dehumidify equipment. The application result is satisfying. The paper presents the seed warehouses and storage conditions, emphasizes the improving and designing methods as well as temperature and humidity control principles, which both meet the demand of constant temperature and humidity with a highly controlled precision and lowering the cost of equipment and energy consumption.

**Key words:** cold storage house for seeds; humidifying; dehumidifying; ventilation; equipment of temperature control

### 论文结论的撰写要求

结论又称结束语、结语,是对整篇文章的最后总结。它是在理论分析和实验验证的基础上,通过严密的逻辑推理而得出的富有创造性、指导性、经验性的结果描述。它又以自身的条理性、明确性、客观性反映了论文或研究成果的价值。结论与引言相呼应,同摘要一样,其作用是便于读者阅读和为二次文献作者提供依据。

#### 1 内容与格式

结论不是研究结果的简单重复,而是对研究结果更深入一步的认识,是从正文部分的全部内容出发,并涉及引言的部分内容,经过判断、归纳、推理等过程而得到的新的总观点。其内容要点包括:

- 1) 本研究结果说明了什么问题,得出了什么规律性的东西,解决了什么理论或实际问题;
- 2) 对前人有关问题的看法作了哪些检验,哪些与本研究结果一致,哪些不一致,作者作了哪些修正、补充、发展或否定;
- 3) 本研究的不足之处或遗留问题,如有无发现例外或本论文尚难以解释或解决的问题,进一步深入研究本课题的建议。“建议”可单用一个标题,也可包括在结论段中。如果没有建议,也不要勉强杜撰。

对于某一篇文章的“结论”,上述要点1)是必须的,而2)和3)视论文的具体内容可以有,也可以没有;如果不能导出结论,也可以没有结论而进

行必要的讨论。

如果结论段的内容较多,可以分条来写,并给以编号,如1)、2)、3)等,每条自成一段,包括一句或几句话;如果结论段内容较少,可以不分条写,整个为一段,包括几句话。结论里可包括必要的数字,但主要是用文字表达,一般不再用插图、表格和公式。

#### 2 撰写要求

1) 概括准确,措辞严谨。对论文创新内容的概括应当准确、完整,不要轻易遗漏有价值的结论,但也不能凭空杜撰。措辞要严谨,语句表述准确,不能模棱两可,含糊其辞。肯定和否定要明确,不用“大概”、“也许”、“可能是”这类词,以免使人有似是而非的感觉,怀疑论文的真正价值。

2) 明确具体,简短精练。结论段具有相对的独立性,应提供明确、具体的定性和定量的信息。对要点要具体表述,不能用抽象和笼统的语言。可读性要强,如一般不单用量符号,而宜用量名称。行文要简短,不再展开论述,不对论文中各段的小结作简单重复。

3) 不作自我评价。研究成果或论文的真正价值是通过具体“结论”来体现的,所以不宜用如“本研究具有国际先进水平”、“本研究结果属国内首创”、“本研究结果填补了国内空白”一类语句来作自我评价。

(王应宽 供稿)