

郑学勤  
官明波  
位绍文

# 简易动态气调贮藏苹果

我们在 $14^{\circ}\text{C}$ 机冷通风库(简易冷库)中,温度控制在 $10^{\circ}\text{C}$ ,甚至高于 $14^{\circ}\text{C}$ 的条件下,采用塑料薄膜小包装,在温度和气体成份为动态的条件下,不但能保持苹果新鲜状态,而且可以大幅度降低建库费用和节省能源。简易可行,成本低,效果好,可大面积地进行产地推广应用。

## 一、 $14^{\circ}\text{C}$ 机冷通风库的设计

试验库的设计温度不大于 $14^{\circ}\text{C}$ ,在气温 $30^{\circ}\text{C}$ 的条件下,可维持库内 $14^{\circ}\text{C}$ 以下的温度环境。各种围护结构的热工指标要求接近 $0^{\circ}\text{C}$ 冷库。有关技术资料所提供的经验数据表明:

$0^{\circ}\text{C}$ 冷库的围护结构的热阻不低于3.3,本试验设计指标总热阻值为 $\geq 3.6$ 。

保温墙的设计,选择膨胀珍珠岩(厚23cm)为保温材料,外墙为24cm厚的砖墙,内侧贴二油一毡,内墙为37cm厚的砖墙,外侧贴0.01cm的塑料薄膜防潮,保温墙的总热阻值为8.94。库顶采用了45cm厚的膨胀珍珠岩,其热阻值为11。地面最下层为70cm的炉渣,其上覆盖20cm厚的地瓜石(河卵石),用15cm厚水泥漫面和二油一毡(见图1)最后找平,热阻值为39。

试验库为砖面结构,跨度9m,建筑面积为 $18 \times 9 = 162\text{m}^2$ 贮藏容量为70吨。冷风机与缓冲间分别在库房两端,冷风机在库房近机房一端(见图2)。

在库门对面墙上安装排风扇,以便引进夜间室外低温空气,降低库内温度(见图3)。

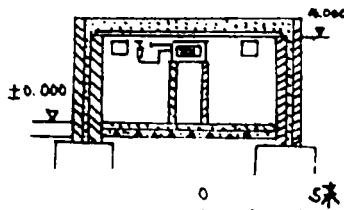
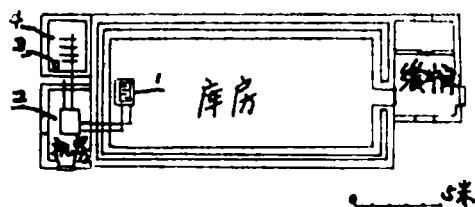


图1 库房横剖面图



1.冷风机 2.制冷压缩机 3.水泵 4.排水器

图2 库房平面图

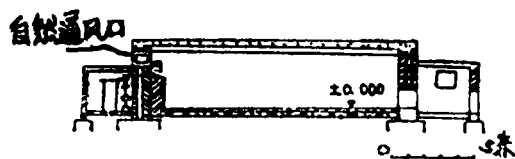


图3 库房纵剖面图

选用1.4万千瓦/小时的2F10型制冷机,库内配F54型的吊顶风机,冷凝器为自制淋水管,每小时循环水10吨左右。

## 二、试验结果

### 1. 14℃机冷冷库评价

8月底到9月上旬,当气温在25℃~30℃时,果实入贮前一般每天开机5个小时,经4天左右即可将库内温度降14℃或14℃以下,并渐趋稳定。10月下旬,当库外气温降至10℃~14℃以下时,即可停止制冷,启动排风扇,直到气温降到0℃时为止。经过两年的试验表明,热工性能和建筑结构的隔热性能良好,并有较好的气密性和隔潮性。14℃机冷通风库的围护结构材料的热容量大,克服了小库库内表面积大热损失较大的缺点,使库房的热稳定性好。据观察在9~10月短时间(24小时)停电停机的情况下,库温仍然相当稳定,保持了小型库的优点。以库容量为70吨的机冷通风库与现行冷库比较,设备和土建投资节省3/4以上,用电量减少4/5,经济效益明显好于现行冷库(表1)

表 1 70 吨机冷 通风库与现行0℃冷库  
经济效益比较

库 型	库房投资 (万元)	制冷设备 (万元)	功 率 (千瓦)	开机时间 (月)	冷源
机冷通风库 (0~14℃)	3.0	1.5	11	2	机冷 + 自然冷
现行冷库 (0~1℃)	30.0	15.0	36	5.5	机冷

### 2. CO<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>的动态变化规律

入贮初期,由于库温较高,果实呼吸作用较强,CO<sub>2</sub>的上升和O<sub>2</sub>下降都很快,10天后CO<sub>2</sub>升到最高点(15%),O<sub>2</sub>下降至最低点(<5%)。这之后,通过机械制冷使库温降低,苹果的呼吸强度急剧下降,单位时间里,苹果的呼吸量远小于包装袋的透气量,袋内CO<sub>2</sub>分压下降,O<sub>2</sub>分压上升。贮藏到20天,袋内CO<sub>2</sub>的减少与O<sub>2</sub>的增加达到平衡。过了平衡点后CO<sub>2</sub>仍在减少,O<sub>2</sub>仍在增加,但势头已减慢,呈稳定状态、CO<sub>2</sub>为

3%左右,O<sub>2</sub>最高达15%。

### 3. 库温的动态变化规律

通过一段短期制冷,使库温保持在14℃以下当10月下旬至11月初,气温在14℃以下时。即可停止制冷,启动排风扇,直至降到0℃为止。

### 4. 硬度和保鲜率的变化

据贮180天测定,果实的硬度、好果率均比对照果高(表2)。至于可溶性固形物稍低于对照果是由于袋装失水较少之故。

表 2 14℃机冷通风库 贮藏红 星 苹果  
180天保鲜效果

贮藏方式	入贮前硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	贮后硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )	可溶性 固形物 (%)	失重 (%)	好果率 (%)
机冷通风库 MA(14℃)	7.28	6.50	12.00	0.33	98.0
冷库散放 (0℃)	7.30	5.00	12.50	12.00	90.0
常温散放 (CK)	7.25	4.30	13.00	23.00	50.0

## 三、讨论

目前世界各国长期贮藏苹果的先进技术为气调贮藏(CA),投资高,为现行冷库的2~5倍。本试验采用高温(14℃~0℃)、高CO<sub>2</sub>和低O<sub>2</sub>简易动态变化贮藏技术,不需要特殊气调设备,而且节省能源,贮藏效果与CA气调库接近,但超过普通冷库。

“低温采收”加“小包装”可弥补贮藏温度较高的不足。成熟季节果温的昼夜温差比气温的昼夜温差要大。据观测,最高气温出现在中午12~14时,最低气温出现在早晨2~6时,果实的温度在下午13时左右可高出气温10℃,达40℃~50℃,最低果温出现在早6时前,其温差在5℃~10℃以下。在果温最低时采收,并立即入库,可节省大量的制冷能源,采用小包装的简易动态气调技术,依靠果实较强的呼吸作用来改变贮藏环境中O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>浓度,产生自发的气调效应。这样不强调贮藏初期的低温(0℃),即可大幅度地节约建库投资和能源消耗。

(山东省青岛市农业科学院园艺所)