



# 包装工艺学实验指导书

开课系：包装工程系

课程名称：包装工艺学

实验类型：设计

课时：8 课时

制定人：张 蕾

审核人：                    

包装与印刷工程学院

## 实验一 防潮包装实验

### 一、实验目的

1. 掌握防潮包装有效期的测定和计算方法；
2. 比较不同包装材料、厚度、包装袋表面积对防潮包装效果的影响。

### 二、实验原理<sup>[1]</sup>

#### 1. 商品的吸湿性

在环境温度 (T)、相对湿度 (RH) 一定的条件下, 吸湿性商品进行吸湿, 经过一段时间 ( $t_{\max}$ ) 后达到商品允许的最大含水量 ( $m_e$ )。防潮包装材料具有减慢水蒸气进入包装内部速度的功能, 延长达到商品的最大含水量 ( $m_e$ ) 的时间。  $t_{\max}$  被称为“防潮包装有效期”。

#### 2. 防潮包装有效期的计算

防潮包装有效期的测定和计算方法有传统计算方法和动力学计算方法等。

动力学原理: 在环境温度一定的条件下, 透过包装材料的水蒸气的重量 ( $m$ ) 在单位时间内是一个恒定值, 这个恒定值与包装内、外水蒸气的压差成正比 (即压差越大, 这个恒定值越大)。所以, 在水分变化甚微的情况下, 商品的吸湿速度 ( $dm/dt$ ) 为环境相对湿度 ( $h$ ) 的函数, 即  $dm/dt = -C(h_i - h_e)$ 。因此, 商品的吸湿速度与水分含量 ( $m$ ) 的关系符合一级动力学方程, 即  $dm/dt = -k(m_e - m)$ 。

$$\frac{dm}{dt} = -k(m_e - m)$$

$$\int dt = -\int \frac{1}{k(m_e - m)} dm$$

$$\int dt = \int \frac{1}{k(m_e - m)} d(m_e - m)$$

$$t = \frac{1}{k} [\ln(m_e - m)]_{m_0}^m$$

$$\ln(m_e - m) = kt + b \quad \text{式 1-1}$$

式中:  $m_0$  一为商品的初始含水量 (g)

$m_e$  一为商品在贮存环境相对湿度 ( $h_e$ ) 条件下达到吸湿平衡时的平衡含水量 (g);

$m$  一为测定时间 ( $t$ ) 时商品的含水量 (g);

#### 3. 防潮包装有效期 ( $t_{\max}$ )

(1) 测定  $m$

$m$  为测定时间 ( $t$ ) 时的商品的平衡含水量。使用电子天平称重。

(2) 作图

以  $\ln(m_e - m)$  对观测时间 ( $t$ ) 作图。其中,  $m_e$  为商品在贮存环境相对湿度

( $h_e$ ) 条件下达到吸湿平衡时的平衡含水量;  $k$  为斜率。

(3) 建立动力学方程

将实验测得的数据转化为下列形式:  $x_i = t_i$ ;  $y_i = [\ln(m_e - m)]_i$ , 使用一元线性回归分析方法建立方程, 并就相关性进行分析:

$$\ln(m_e - m) = kt + b$$

令:  $\ln(m_e - m) = y$ ,  $t = x$

$$y = ax + b \quad \text{式 1-2}$$

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{式 1-3}$$

$$b = \frac{\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{式 1-4}$$

相关系数  $r$ :

$$r = \frac{\sum (x_i - x)(y_i - y)}{[\sum (x_i - x)^2 \sum (y_i - y)^2]^{1/2}} \quad \text{式 1-5}$$

$$[\sum (x_i - x)^2 \sum (y_i - y)^2]^{1/2}$$

$$0 \leq |r| \leq 1$$

$x$  (平均值):  $x = \sum x_i / n$

$y$  (平均值):  $y = \sum y_i / n$

$n$  为测定次数。

回归方程:  $\ln(m_e - m) = kt + b$

将商品最大允许含水量 ( $m_c$ ) 代入上述回归方程中, 得到防潮包装有效期 ( $t_{max}$ )。

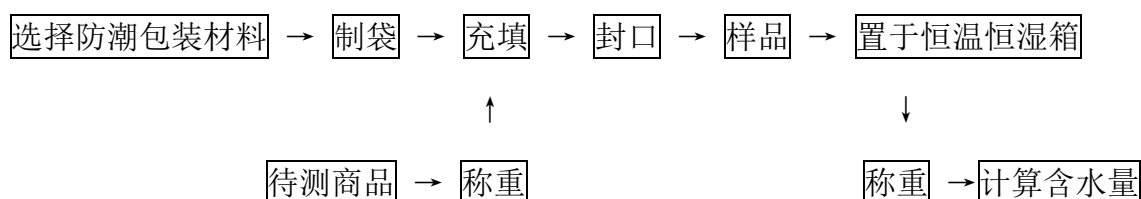
### 三、实验方法

#### 1. 模拟贮运环境的温、湿度

调控恒温恒湿箱的温度和湿度, 使其符合商品实际贮运时环境的温度和湿度。或在实验室温度变化不大的季节里, 将配制好的饱和溶液置于干燥器中, 并将盖子盖严。待容器内相对湿度值恒定时方可使用。

#### 2. 样品

选择防潮包装材料。按照下列实验程序制作样品:



#### 3. 实验材料、仪器

防潮包装材料

电子天平 PB 203-N (精确度: 0.001g)

制袋-封口机

恒温恒湿箱

湿度计

干燥器

水活性测定仪 HygroLab2

#### 4. $m_0$ , $m_c$ , $m_e$ 的测定

##### (1) $m_0$

$m_0$ 为商品的初始含水量。将一定重量的商品置于烘箱中烘干若干小时, 取出后称重, 并下式计算商品的 $m_0$ :

$$m_0 = \frac{w_0 - w_1}{w_0} \times 100\% \quad \text{式 1-6}$$

注:  $W_0$  — 商品的初始重量 (克);

$W_1$  — 商品烘干后的重量 (克)。

##### (2) $m_c$

$m_c$ 为商品允许的最大含水量。超过该值时商品的品质下降,成为不合格商品。  
 $m_c$ 由产品的生产厂家提供。

(3)  $m_e$

$m_e$ 为商品在贮运环境 ( $h_e$ ) 下的平衡含水量。可将商品置于相对湿度为 $h_e$ 的环境中测其平衡含水量。

注[1] : 参考 GB5048-85 防潮包装

表 1. 25°C 时饱和溶液的 $A_w$

试剂名称	$A_w$	试剂名称	$A_w$
硝酸钾 ( $KNO_3$ )	0.924	碳酸钾 ( $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ )	0.427
氯化钾 (KCl)	0.842	氯化镁 ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ )	0.330
氯化钠 (NaCl)	0.752	醋酸钾 ( $KAr \cdot H_2O$ )	0.224
溴化钠 ( $NaBr \cdot 2H_2O$ )	0.577	氯化锂 ( $LiCl \cdot H_2O$ )	0.110

## 实验二 食品水分活性测定实验

### 一、实验目的

1. 掌握食品水分活性的概念；
2. 掌握吸湿等温线的绘制方法。

### 二、实验原理

防潮包装中,商品的最佳含水量是决定产品的保质期的一项重要指标.这就引入了水分活性的概念。水分活性( $A_w$ )——溶液或食品中的水蒸气分压  $P$  与纯水蒸气压  $P_0$  之比(即: $A_w=P/P_0$ )。

商品本身有一定的含水量  $M$ (克水/克干物质),将其放在空气中,当空气潮湿时,商品会吸收空气中的水分.当空气干燥时,商品会放出水分.温度和压力的变化都会影响商品吸收水分和放出水分,一般采用吸湿等温线来体现含水量  $M$  和水分活性  $A_w$  的关系.

商品的吸湿等温线共有两种类型:S型和突变型.大多数的吸湿等温线为S型,只有盐、糖的吸湿等温线为突变型.

S型的吸湿等温线中含水量  $M$  和水分活性  $A_w$  的关系可以分为三个区域:①单层水分子吸附区——水在溶质上以单分子层状吸附,结合力最强,  $A_w$  最低,大约在 0-0.25 之间,相当于商品的含水量在 0-0.07 克/克干物质.②多层水分子吸附区——这种状态下存在的水是靠近溶质的多层水分子,相互间以氢键结合,还有直径 <1 微米的毛细管中的水.③毛细管凝结水区——水以物理截留的方式凝结在食物的多孔性结构中.

突变型吸湿等温线,  $A_w$  只有增大到一定值时,含水量发生突然增大,而不像 S 型那样缓慢变化.

### 三、实验方法

#### 1. 样品

吸湿性食品。

#### 2. 实验材料、设备

包装材料: PET 等

HygroLab 水活性测量仪 Hygrolab2

电子天平 PB 203-N (精确度: 0.001g、METTLER-TOLEDO GROUP)

#### 3. 实验步骤

- (1)将水活性探头连接到水分活度仪上.
- (2)开机.
- (3)按 menu 键,当屏幕显示 mode 时,再按 enter 键,进入测量模式选择( $A_w$ Quick 模式).

- (4) 通过上下键设定测量时间(5 分钟), 之后按 enter 键.
- (5) 设定温度平衡条件(一般为 0.1), 按 enter 键, 完成设定.
- (6) 准备测量样品: 将被测样品放到样品杯中, 被测样品的量以样品杯的 70% 为宜, 被测样品的表面要平整, 取样不要超出 Fill-line 刻度. 将放好被测样品的样品杯放入测量舱.
- (7) 探头放置在测量舱上. 开始测量.
- (8) 当  $A_w$  平衡时, 测量结束, 记录测量数值.

注意: 测量时, 要检查探头是否打开处于工作状态. 当探头打开时, 水活性探头顶部的红色 LED 闪烁. 当红色 LED 灯未闪烁时, 表示探头没有打开. 在测量时, 如果出现探头的 LED 指示灯没有闪烁的情况, 按下探头顶部的红色按钮将其打开.

### 实验三 真空充气包装实验

#### 一、实验目的

1. 掌握真空充气包装工艺参数的确定；
2. 比较不同包装材料、材料厚度、包装袋表面积、包装袋跌落与否、工艺条件（抽真空时间、封口时间、冷却时间）、封口质量、贮存时间等对真空包装货架寿命的影响并评估真空充气包装效果。
3. 了解真空充气包装机的工作原理。

#### 二、实验原理

##### 1. 真空包装原理

真空包装机抽出包装袋内的空气，降低袋内氧气含量，防止商品霉变、氧化、虫蛀等，达到延长商品货架寿命的目的。

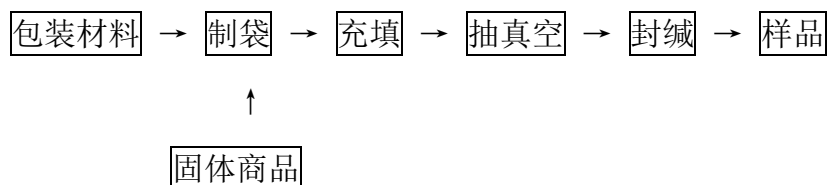
##### 2. 充气包装原理

对于需要在气体保护条件下贮存的商品充填适宜比例和浓度的混合（或单一气体）气体，以保护产品的质量。

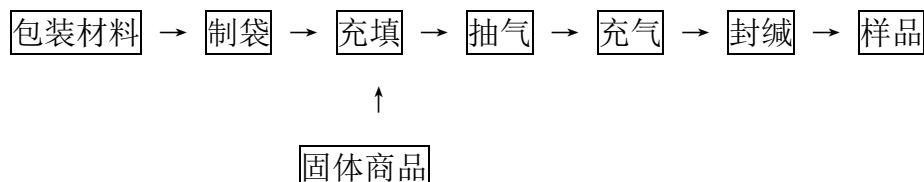
#### 三、实验方法

##### 1. 样品

选择高阻隔性包装材料按照下列包装工艺制成真空包装样品：



选择高阻隔性包装材料按照下列包装工艺制成充气包装样品：



##### 2. 实验材料、设备

阻隔性包装材料：PET 等

真空充气包装机 DZQ-400/2

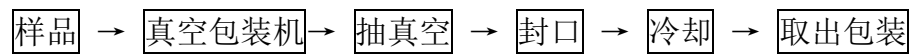
GM-B 气体比例混合器

电子天平 PB 203-N （精确度：0.001g）

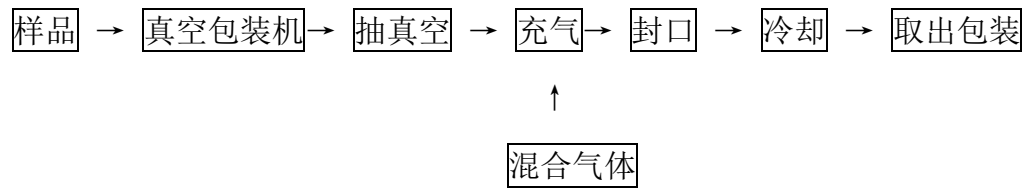


### 3. 实验步骤

真空包装工艺：



充气包装工艺：



#### (1) 制定工艺条件

在控制面板上调节抽真空时间(t)。真空度随着抽真空时间增加而上升，反之，真空度下降。

根据所选包装材料的热封特性选择适宜的封合时间，并在控制面板上调节热封时间。

#### (2) 打开真空充气包装机的电源：

(3) 将样品整齐地摆放在真空室内的加热排上（充气时，需将包装袋套在充气嘴上），然后盖上真空室盖子，机器自动完成抽真空、充气、封口、冷却、进大气的程序后真空室盖自动开启，取出真空包装。

## 实验四 包装袋内气体浓度测定实验

### 一、实验目的

1. 了解环境气体成分与产品货架寿命的关系；
2. 掌握包装袋内  $O_2$  和  $CO_2$  浓度的测定方法。

### 二、实验原理

采摘后的果蔬为了维持其生命活动, 仍要进行呼吸, 保持其生理的新陈代谢. 这类产品进行包装后, 包装袋内氧气浓度下降, 二氧化碳浓度上升. 使得包装袋内和包装袋外氧气和二氧化碳的浓度存在一个差值. 由于包装材料可以透过氧气和二氧化碳, 从而使袋内和袋外的氧气和二氧化碳会从浓度高的一侧渗透到浓度低的一侧. 从而形成包装袋内氧气和二氧化碳浓度的不断变化, 直到果蔬吸收氧气的量与从包装袋外向包装袋内透过氧气的量相等, 果蔬放出二氧化碳的量与从包装袋内向包装袋外透过二氧化碳的量相等时, 才会达到一个袋内氧气和二氧化碳的量不变的动态平衡.

### 三、实验方法

#### 1. 样品

封有产品的包装袋。

#### 2. 实验材料、设备

包装材料: PET 等

$O_2/CO_2$  气体分析仪 (Check Mate 9900 型, 丹麦 PBI Dansensor 公司)

电子天平 PB 203-N (精确度: 0.001g、METTLER-TOLEDO GROUP)

#### 3. 实验步骤

- (1) 把电源线连接好, 插上电源插座, 等待 10 分钟(预热).
- (2) 组装并接好采样探针.
- (3) 根据具体实验情况, 选择以下三种测量方法中的一种进行测量. 测量方法的设置是在测试项目设置菜单中进行.

三种测量方法分别为:

##### (1) 自动抽样测量

- ①将隔膜片贴在包装样品表面;
- ②把探针经隔膜片插入包装内(为避免弄坏探针, 应不要碰触到包装内的任何东西);
- ③现在自动开始测量. 显示屏上的时间标尺正在显示测量时间;
- ④当  $O_2$  的时间标尺被填满时,  $O_2$  的测量已完成; 当  $CO_2$  的时间标尺被填满时,  $CO_2$  的测量已完成. 将探针抽出放回探针架上;

⑤在显示屏上显示被测的氧气或二氧化碳含量数值和任何报警(红色闪动)信号;

⑥当 READY 出现时,可进入新的测量工作(重复步骤①②)

注意:当被测包装内的含氧量接近 21%时,需要人为按一下**测量/确认**键才能开始测量.

### (2) 人工抽样测量

①②与自动抽样测量的方法相同.

③按下**测量/确认**键,启动人工抽样测量,显示屏上的时间标尺显示测量时间;

④当 O<sub>2</sub> 的时间标尺被填满时, O<sub>2</sub> 的测量已完成;当 CO<sub>2</sub> 的时间标尺被填满时, CO<sub>2</sub> 的测量已完成. 可把探针抽出放回探针架上;

⑤在显示屏上显示被测的氧气或二氧化碳含量数值和任何报警(红色闪动)信号;

### (3) 在包装或气流中作连续测量

①把隔膜片贴在包装上;

②把探针经隔膜片插入包装内或把探针放入气流中(为避免弄坏探针,应不要碰到包装内的任何东西);

③按下**测量/确认**键,以启动连续测量;

④在测量期间,会显示被测氧气和二氧化碳的含量值;

⑤当完成测量时,按**测量/确认**键停止测量,把探针抽出放回针架上.

## 实验五 收缩包装实验

### 一、实验目的

1. 掌握收缩包装工艺流程；
2. 掌握收缩包装工艺参数（预包装尺寸、收缩温度、收缩时间、冷却时间）的制定；
3. 掌握控制收缩应力的方法。

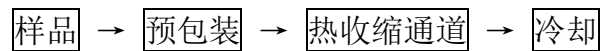
### 二、实验原理

收缩薄膜遇热时分子链因获得能量而趋向卷曲状，宏观表现为薄膜收缩。收缩包装就是利用收缩薄膜的这一特性使商品被收缩薄膜紧紧裹包在包装中，以达到保护商品和防止偷换。

残余收缩应力的大小是保证收缩包装质量的一个重要的因素。因此在设计收缩包装时应当控制收缩薄膜的收缩率。

### 三、实验方法

收缩包装工艺：



#### 1. 样品

按照商品的外形尺寸和收缩薄膜的收缩率确定预包装袋的尺寸，然后在制袋机上制袋。将待包商品放入袋中，然后封口。用制袋机上的钢针在预包装袋上刺一小孔。

#### 2. 实验材料、设备

PE<sup>[1]</sup>、PVC等收缩薄膜

商品（如玩具、磁带等）

制袋机 SLF - 501

收缩包装机 SLS - 801

#### 3. 热收缩

按照收缩薄膜的种类、收缩率、预包装尺寸等调整热收缩包装机上热收缩通道的温度和收缩时间（通道传送带的速度）。然后将预包装件放到传送带上，进入热收缩通道。查看收缩包装效果。

#### 4. 冷却

使用风扇吹风，尽快冷却收缩包装。

注[1]：参见 GB/T13519-92 聚乙烯热收缩薄膜

## 实验六 包装工艺实验

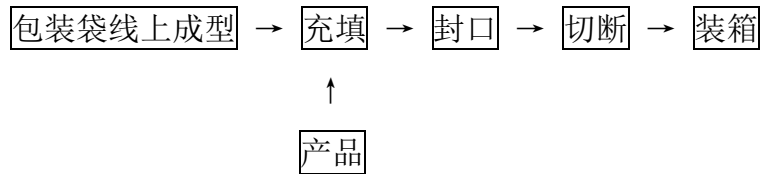
### 一、实验目的

1. 了解、熟悉卧式枕型包装机的结构及工作原理。
2. 了解包装工艺流程，包装工艺参数的制定、调整。

### 二、实验原理

卧式包装机适合固态有规则物体的包装。用于饼干、面包、饼干、巧克力、速食面、月饼、糖果、药品、铝塑药板、日用品、五金零件、纸盒或托盘等各类固态由规则的物体的包装。

按照以下工艺流程进行包装：



### 三、实验方法

#### 1. 实验设备

高速卧式枕型包装机 BJWZ180。 主要技术参数见表 2.

表 2.主要技术规格 Technical Data

制成袋尺寸 Bag Size	长 (L)90-200 (mm) 宽 (W)30-100 (mm) 高 (H)5-35 ( mm )
包装速度 Capacity	25-180 袋 / 分 (bags/min)
重量 Weight	700 ( kg )
电源 Power	220V 50Hz 3.2KW
外形尺寸 (长 X 宽 X 高) Dimension	4000 x 920 x 1500 (mm) (L x W x H)

## 2.操作步骤

### (1) 安全检查

检查传送带上、工作面板上、横封刀座上是否有杂物。

### (2) 打开电源总开关和加热器开关

打开电源总开关后，再打开加热开关，并检查温控器，显示温度是否符合要求。

中封和横封温控器分别用于控制包装袋中封温度和横封温度。根据包装材料的种类、厚度、包装速度、环境温度的高低来确定包装袋纵封和横封温度，并分别调节中封和横封温控器。

### (3) 设定袋长、调整实际袋长

在控制面板上根据被包样品的尺寸设定包装袋长度（mm）。

### (4) 设定“包装速度”

在控制面板上根据工艺要求设定“包装速度”（单位：包/分）。

操作：按“改变参数”按键直到“包装速度”的指示灯亮，则所对应显示的数字为包装速度的数值。

### (5) 在控制面板上设定“累计包数”（包）

### (6) 调节张力

### (7) 调节色标

将包装膜上的色标对准色标光电眼发出的光束。

### (8) 设定横封刀速度

调节横封刀座的线速度与包装膜（即压合轮）的线速度相同。

### (9) 调节被包装产品位置

调整两活动面板的距离，使被包物能够在推料块的推动下顺利移动。根据包装袋的尺寸调节成袋器内宽。

### (10) 开机