

## 如何验证奶粉铝箔复合包装袋对内部氮气（二氧化碳）的阻隔性

**摘要：**奶粉作为高脂肪、高蛋白的营养食品，需要采用铝箔复合包装袋等高阻隔包材进行包装储存，并且常以充氮包装或气调包装为主，以保证内部无氧或低氧环境，避免奶粉被氧化变质。但包装材料对上述包装形式所充入的氮气或二氧化碳等气体的阻隔性如何，则需要专业的检测仪器及相关检测方法进行监测，从而确保内部气体不易散失。本文通过检测奶粉用铝箔复合膜的氮气透过率与二氧化碳透过率，为相关行业客户提供相关检测的技术参考。

**关键词：**奶粉、铝箔复合膜、充氮包装、气调包装、氮气阻隔性、二氧化碳阻隔性、氮气透过率、二氧化碳透过率、无氧或低氧环境、压差法气体渗透仪

### 测试意义：

奶粉铝箔包装是采用塑料与铝箔复合膜作为包装袋，具有对  $O_2$ 、 $H_2O$  高阻隔性以及良好的遮光性。铝箔作为复合膜中间的阻隔层，对  $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $N_2$ 、空气、 $H_2O$  都有较高的阻隔性能，因此含有铝箔的复合膜作为奶粉包装袋时，在  $23^\circ C$ 、 $0\%RH$  的标准环境下的氧气透过率（即阻氧性）可达到  $0.05 \text{ cm}^3/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa})$ ，在  $38^\circ C$ 、 $90\%RH$  环境下的水蒸气透过率（即阻湿性）可达到  $0.01 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ 。但为了延长奶粉保质期并保证奶粉的感官质量，铝箔复合膜袋装奶粉常采用充氮包装或气调包装，以满足奶粉的无氧或低氧存储环境。

奶粉充氮包装或气调包装是将奶粉装入包装袋，抽出包装袋内的空气达到预定的真空度后，再充入纯  $N_2$  或者一定比例的  $N_2$ 、 $CO_2$  等气体，然后完成封口工序。充氮包装使得奶粉完全处于惰性气体  $N_2$  的保护中，则杜绝了氧环境对奶粉造成的氧化变质反应；而气调包装中采用的  $CO_2$  则是为了使奶粉处在酸性环境中，抑制奶粉中大多数需氧菌的生长，其效果是  $N_2$  的 30 倍，而且包装内奶粉的水分会与  $CO_2$  反应形成液态碳酸，使得包装内气体变少，形成微负压，防止涨袋或涨罐的现象发生。但是，如果充氮包装或气调包装对  $N_2$  或  $CO_2$  的阻隔性较差，即氮气透过率或二氧化碳透过率较高，则会导致奶粉内部气体成分透出量较大，奶粉易细菌繁殖导致氧化变质等质量问题。本文选择某品牌气调形式的铝箔复合膜包装袋，在  $23^\circ C$ 、 $0\%RH$  标准环境下测试其氮气透过率与二氧化碳透过率，从而验证包装袋对内部  $N_2$  或  $CO_2$  的阻隔性如何，亦为乳制品生产企业把控包材质量提供技术指导。

### 检测方法：

目前，软塑包装的  $N_2$  或  $CO_2$  的阻隔性测试仅有压差法这一种原理方法，相应的压差法测试仪是将试样置于高、低压腔之间，对低压腔抽真空，向高压腔充入一定压力的  $N_2$ （或  $CO_2$ ），通过测试低压腔内压力

的变化，得到试样的氮气（或二氧化碳）透过率，此方法测试量程较宽，适合高阻隔材料低氮气（或二氧化碳）透过率的检测。

目前，国内压差法测试气体透过率（23℃标准测试环境）试验遵循 GB 1038-2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法压差法》此项国家标准。我们将采用 Labthink 兰光公司自主研发的 VAC-VBS 压差法气体渗透仪参考上述标准方法对高阻隔铝箔复合膜包装袋分别进行氮气透过率及二氧化碳透过率试验。



图 1 铝箔复合膜奶粉包装（气调包装）

## 1、试验仪器

VAC-VBS 压差法气体渗透仪（Labthink 兰光），三腔均值设计，单次试验可测试三个试样的平均值，15℃ ~ 55℃的可控温度范围，测试范围  $0.1 \sim 100,000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ ，测试腔真空度可满足  $< 20 \text{ Pa}$  的高水平要求。该仪器满足 ISO 15105-1、ISO 2556、GB/T 1038、ASTM D1434、JIS K7126-1、YBB 00082003 多种国家和国际标准，可满足不同温度环境下各种塑料薄膜、片材、金属箔片及各种高阻隔材料等材料的不同气体渗透性测试，可测试气体为  $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{He}$  等无机气体或惰性气体。



图 2 VAC-VBS 压差法气体渗透仪

## 2. 试样的制备

将铝箔复合膜包装袋样品置于 23℃ 的环境中，放在干燥器内调节状态 48 小时。取出样品后，从样品

上裁取直径为 97 mm 的试样 6 个，分别用于氮气透过率与二氧化碳透过率的测试，每种气体测试需使用 3 个试样。

### 3. 试验条件

地点：济南兰光包装安全检测中心

试验温度与湿度：23℃，0%RH

试验气体：纯干氮气、纯干二氧化碳气体

试验方法：压差法

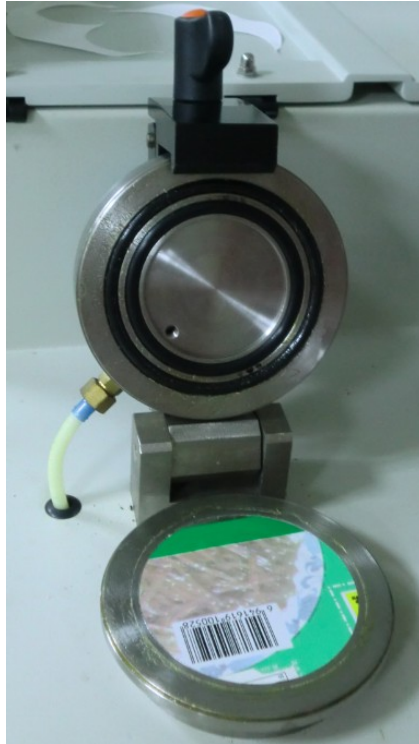
### 4. 试验步骤

#### 4.1 试验原理

VAC-VBS 采用压差法测试原理，将预先处理好的试样放置在上下测试腔之间，夹紧。打开测试下腔阀，对低压腔（下腔）进行真空处理，然后对整个系统抽真空；当达到规定的真空度后，关闭测试下腔，向高压腔（上腔）充入一定压力的试验气体，使试样两侧形成一个恒定的压差（可调）；气体在压差梯度的作用下，由高压侧向低压侧渗透，通过对低压侧压强的监测处理，得出试样的气体透过率。

#### 4.2 试样装夹

在试验腔外表面涂抹一层真空油脂，避免油脂涂在腔体空穴中间圆盘上；在试验腔中的圆盘上放置滤纸后，将裁取的 3 个已状态调节完毕的试样分别装夹于 VAC-VBS 压差法气体渗透仪的 3 个试验腔上，试样应保持平整，不得有皱褶，轻轻按压使试样与真空油脂良好接触，再用试验腔夹紧结构夹紧试样。



a. 涂抹完真空油脂后，放置试样



b. 夹紧试样

图 3 试验装夹过程

#### 4.3 检测过程

VAC-VBS 为自动化试验仪器，测试过程便捷易操作：

- 将氮气气源接入设备端口。
- 设置参数，将试验温度调整至 23℃，将相对湿度调整为 0%RH。
- 打开设备软件，设置试验参数，启动试验。试验参数包括控制参数（试验模式、上腔吹洗时间、上腔压力、试验时间、脱气时间等）和试样参数（编号、类型、面积、厚度等）。
- 试验结束、数据处理。
- 关闭气源和电源。

- 将气源换成二氧化碳气体后，按照上述方法，测试样品的二氧化碳透过率。

奶粉铝箔复合膜包装袋样品在 23℃, 0%RH 测试条件下的氮气透过率与二氧化碳透过率分别为 0.0814  $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot 0.1\text{MPa}$ 、0.9203  $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot 0.1\text{MPa}$ ，每项试验的 3 个试样的测试结果相对偏差均小于 10%。

#### 总结：

VAC-VBS 压差法气体渗透仪在检测类似奶粉用铝箔复合膜的氮气透过率及二氧化碳透过率时，可获得精确的试验结果，有助于乳制品生产企业监控包装材料对关键性气体的阻隔性能，保证产品质量安全。本文中提及的检测仪器及检测方法同样适用于其他材质的软塑包装材料进行  $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、空气等气体阻隔性测试。Labthink 兰光一直致力于为全球客户提供专业的检测服务与设备，多年来为全球客户提供了上万次的各种气体阻隔性的检测服务，为客户提供可靠的数据参考与技术支持。了解关于更多相关检测仪器信息，您可以登陆 [www.labthink.com](http://www.labthink.com) 查看具体信息或直接致电 0531-85068566 咨询。Labthink 兰光期待与行业中的企事业单位增进技术交流与合作。