

酸奶软塑包装在低温下氧气阻隔性的监测方案

摘要：酸奶因其脂肪酸等营养物质含量较高，保质期较短，而为了延长用户食用期限，常采用高阻隔性包材对其进行包装，特别是便捷的百利包装也开始使用添加了高阻隔树脂原料的共挤膜。而酸奶所使用的这些软塑包装材料在低温储存环境下是否能保证所标示的保质期需求，则需及时进行监测。本文将常见的高阻隔黑白膜酸奶包装与乳白膜酸奶包装放置在 5℃、0%RH 低温环境下进行氧气透过率的检测与比较，为相关行业客户提供可靠地技术与数据参考。

关键词：酸奶、保质期、百利包、黑白膜、乳白膜、低温环境、氧气阻隔性、阻氧性、氧气透过率

测试意义：

酸奶是向已巴氏杀菌后的牛奶中添加有益菌进行发酵后再冷却灌装的一种奶制品，常见的有凝固型、搅拌型和果味型。酸奶不仅保留牛奶应有的营养成分，而且因加工工艺不同，使得牛奶中部分糖和蛋白质水解为半乳糖、乳酸和氨基酸等小分子，发酵后的脂肪酸含量相比原料奶增加 2 倍，使得酸奶更易被人体消化和吸收，各种营养素的利用率得以提高。而为了保证酸奶中营养价值得以完好保存，通常将酸奶成品包装置于低温保存，为了让酸奶在低温保存的基础上具有更长的保质期，越来越多的酸奶包装采用高阻隔性材料，以阻止外界 O₂ 的大量渗入而引起酸奶变质。

酸奶包装形式多样，主要分为百利包、塑料盒及无菌砖包装，其中无菌砖是近期新兴的包装形式，是纸板、金属薄片与塑料复合膜材质结构，该包装搭配特殊酸奶加工工艺可实现常温储存下长达 6 个月的保质期，但价格较高。日常普遍食用的酸奶多为百利包形式，通常采用乳白膜与黑白膜这两种共挤膜，其中添加了高阻隔树脂原料形成的黑白膜可满足低温环境下 14 ~ 21 天的保质期需求。一般情况下，包装材料的氧气透过率越低，即氧气阻隔性越高，酸奶的保质期越长久。我们分别选择某品牌高阻隔黑白膜酸奶包装及乳白膜酸奶包装，在 5℃、0%RH 环境下测试其氧气透过率并进行比较，从而实现酸奶软塑包装低温下氧气阻隔性的监测，便于乳制品生产企业及时监控包材质量。

检测方法：

软塑包装的氧气阻隔性测试方法分为等压法和压差法，其中压差法原理的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氧气，通过测试低压腔内压力的变化，得到试样的氧气透过率，此方法测试量程较宽，既适合高阻隔材料低氧气透过率的检测，也适用于高氧气透过率的非阻隔黑白膜的测试，而且可以实现低温试验条件。

目前，国内压差法测试氧气透过率（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。考虑到测试 5℃测试环境的需求，我们将采用 Labthink 兰光公司自主研发的 VAC-V3 压差法气体渗透仪参考上述标准方法对高阻隔黑白膜与乳白膜酸奶袋分别进行氧气透过率试验。



黑白膜酸奶包装

乳白膜酸奶包装

图 1 袋装酸奶

1、试验仪器

VAC-V3 压差法气体渗透仪 (Labthink 兰光)，行业内最高效的六腔独立设计，可同时测试六件相同或不同试样，5℃ ~ 95℃的宽范围、高精度的温度控制，可测试气体透过量最低至 $0.01 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ 、最高可达 $500,000 \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$ ，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，可满足不同温湿度环境下各种塑料薄膜、纸塑复合膜、片材、金属箔片、铝塑复合膜及各种高阻隔材料、片材等材料的气体渗透性测试，可测试气体为 O_2 、 N_2 、 CO_2 、He 等无机气体或惰性气体。



图 2 VAC-V3 压差法气体渗透仪

2. 试样的制备

将高阻隔性黑白膜与乳白膜两种样品均置于 5℃的干燥环境中调节状态 48 小时。取出样品后，分别从每种样品上裁取直径为 97 mm 的试样 3 个。

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：5℃，0%RH

试验气体：纯干氧气

试验方法：压差法

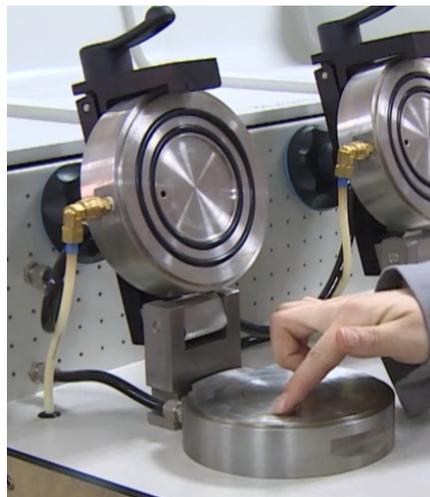
4. 试验步骤

4.1 试验原理

VAC-V3 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。首先对低压腔（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，并保证在试样两侧形成一个恒定的压差（可调）；这样气体会在压差梯度的作用下，由高压侧向低压侧渗透，通过对低压侧内压强的监测处理，从而得出所测试样的各项阻隔性参数。

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，将从高阻隔黑白膜上裁取的 3 个已状态调节完毕的试样分别装夹于 VAC-V3 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。



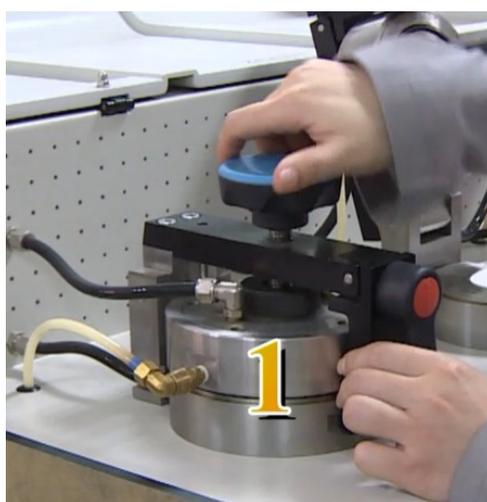
a. 涂抹真空油脂



b. 放置滤纸



c. 放置试样



d. 夹紧试样

图 3 试验装夹过程

4.3 检测过程

VAC-V3 为自动化试验仪器，测试过程便捷易操作：

- 利用温度控制装置将试验温度调整至 5℃，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。
- 按照上述方法测试乳白膜样品的氧气透过率。
- 关闭气源和电源。

高阻隔黑白膜与乳白膜样品在 5℃，0%RH 测试条件下的氧气透过率分别为 1.4071 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot 0.1\text{MPa}$ 、568.2024 $\text{cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot 0.1\text{MPa}$ ，每个样品 3 个试样之间试验结果的相对偏差均小于 10%。所以，不同材质的酸奶包装袋在低温环境下对外界氧气阻隔性差别仍然较大，进一步影响酸奶的保质期范围。

总结：

采用 VAC-V3 压差法气体渗透仪测试不同材质酸奶包装袋的氧气透过率时，可获得稳定、精确的试验结果，可严格监控酸奶包装的氧气阻隔性对酸奶质量的影响如何，特别是如何监控低温环境下包装材料的氧气透过性则更为关键。酸奶塑料包装袋仅是塑料包装薄膜的典型代表，其他用于低温环境下存储使用的软塑包装材料进行氧气透过率测试皆可遵循本监测方案中的试验方法。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不同温湿度环境下透氧性检测服务，包括国内外多家公司不同种类的容器产品，为客户提供可靠的数据支持。了解关于更多相关检测仪器信息，您可以登陆 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。