

奶粉铝箔复合膜包装的阻氧性监测及解决方案

摘要：奶粉因含有大量脂肪及蛋白质，易被氧化变质，所以其对所使用的包材阻氧性要求较高。一般氧气透过率越低，阻氧性越好，所以需要采用有效的氧气透过率测试设备对包材进行检测，才可以保证所使用的包材是否满足奶粉的性能需求，特别是目前大范围使用的铝箔复合膜更需要比较揉搓前后其氧气透过率，以验证所使用的铝箔复合膜耐揉搓性如何。本文详细介绍了奶粉铝箔复合膜揉搓试验以及揉搓前后复合膜的氧气透过率检测过程，为相关行业提供技术参考。

关键词：奶粉、铝箔复合膜、揉搓性、阻氧性、氧气透过率、氧化变质

测试意义：

奶粉中蛋白质、脂肪成分含量较高，若储存不当，容易发生氧化，导致奶粉营养价值降低，甚至因脂肪被氧化而产生异味。因此，奶粉对包装材料的阻氧性要求较高。现今，奶粉多采用铝箔复合膜或镀铝复合膜包装，并以充氮包装或冲入二氧化碳的气调包装为主要包装形式，以确保奶粉不易被氧化。含有铝箔的复合膜除了可使药品包装具有美观和良好的挺度，最重要的优点就是具有极高的阻氧性，其中铝箔作为一种金属材料，因其密度高，具有优良的阻气性（包括氧气、二氧化碳、氮气等），其阻隔性能是目前软塑包装材料中最好的。铝箔与其他材质塑料膜复合而成的复合膜的阻隔性大多情况下是由铝箔层决定，而铝箔层易在包装成型、充填药品、热封以及运输和销售过程中出现一定程度的折痕，从而使复合膜的阻隔性整体下降。而铝箔的厚度对复合膜的阻隔性起到决定性的作用，其厚度偏薄则不耐揉搓，易出现大量针孔，阻隔性严重下降，其厚度偏厚则会无端增加成本。

包装材料对氧气的阻隔性能一般通过氧气透过率表征，其值越低，阻氧性越好，奶粉越不易氧化变质。因此，未揉搓以及揉搓后铝箔复合膜的氧气透过率是否均可满足奶粉保质期的需要是乳制品企业最为关心的环节。上述性能的检测需应选用揉搓试验仪进行前期模拟揉搓过程，再采用阻氧性测试仪器对未揉搓以及揉搓后的铝箔复合膜进行氧气透过率的检测。

检测方法：

铝箔复合膜的耐揉搓性检测遵循 ASTM F392《挠性阻隔材料挠曲耐久性的试验方法》此项标准，采用揉搓试验仪在标准环境下（23℃ 和 50%相对湿度）对复合膜进行上下活动及旋转扭曲的揉搓，揉搓时间、次数及揉搓的剧烈程度根据待测样品的材质及成品包装所耐受的外力而定，但频率固定为 45 次/分钟的速度。我们将采用 Labthink 兰光公司自主研发的 FDT-02 揉搓试验仪对奶粉铝箔复合膜样品进行揉搓试验。

常见的软塑包装阻氧性测试方法分为等压法与压差法，其中等压法因采用库仑电量传感器吸收透过薄

膜的氧气，并转化为电流信号，从而计算出氧气透过率，其检测限低，可精确测试高阻隔材料的氧气透过率，并且等压法可突破压差法因两侧压差对塑料容器产生的不可避免的影响，从而可扩展测试容器的氧气透过率。

目前，国内等压法测试氧气透过率试验遵循 GB/T 19789-2005《包装材料 塑料薄膜和薄片氧化透过性试验 库仑计检测法》此项国家标准。我们将采用 Labthink 兰光公司自主研发的 OX2/230 氧气透过率测试系统结合上述标准对高阻隔奶粉用铝箔复合膜样品进行氧气透过率试验。

1、试验仪器

FDT-02 揉搓试验仪 (Labthink 兰光)，具备五种标准试验模式，结合四个试样工位轻松实现不同条件下的组合揉搓试验。该仪器满足美国材料测试协会 ASTM F392 标准（目前国内正在积极制订相关标准），可适用于各种用途下的软塑复合膜、铝箔复合膜、镀铝膜、涂层膜等材料的抗揉搓性能试验，模拟薄膜在生产、加工、运输等过程中的揉搓、折压损伤等行为。揉搓试验结束后，通过检测试样前后针孔数量的变化或阻隔性能的变化判断材料的抗揉搓性能。



图 1 FDT-02 揉搓试验仪

OX2/230 氧气透过率测试系统 (Labthink 兰光)，三腔独立，超高精度，可同时测试三件相同或不同试样，控温范围为 $15^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ ，控湿范围为 $0\%\text{RH}$ 、 $35\%\text{RH} \sim 90\%\text{RH}$ ，薄膜氧气透过率测试范围为 $(0.01 \sim 6,500) \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ ，并可扩展至 $(0.07 \sim 6,500) \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ 。此系统还可扩展测试容器的氧气透过率，测试范围为 $0.0001 \sim 60 \text{ cm}^3/(\text{pkg} \cdot \text{d})$ 。系统最多可支持 10 台仪器并行连接，建立 30 个试样同时试验的高效系统。该仪器满足 ISO 15105-2、GB/T 19789、ASTM D3985、ASTM F2622、ASTM F1307、ASTM F1927、JIS K7126-2、YBB 00082003 多种国家和国际标准，可满足不同温湿度环境下各种软塑薄膜、塑料复合膜、纸塑复合膜、共挤膜、镀铝膜、铝箔、铝箔复合膜等膜材及各种材质片材的氧气阻隔性测试，并可扩展测试多种材料做成的瓶、袋、罐、盒、桶的氧气阻隔性测试。



图 2 OX2/230 氧气透过率测试系统

2. 试样的制备

采用 FDT-02 揉搓试验仪对铝箔复合膜试样进行 D 模式下 20 次的反复揉搓，将揉搓后的样品以及未揉搓的完好样品置于 23℃ 的环境中，放在干燥器内调节状态 48 小时。取出揉搓前后的两种样品后，分别从每种样品上裁取直径为 108 × 108 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：23℃，0%RH

试验方法：等压法（即库仑传感器法）

4. 试验步骤

4.1 试验原理

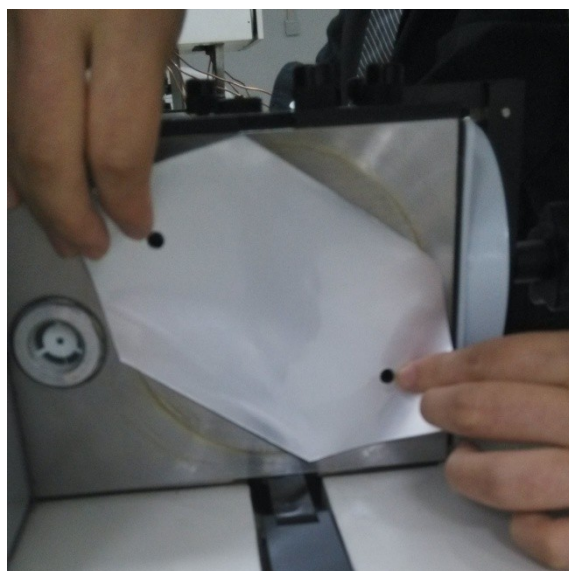
OX2/230 采用等压法测试原理，将预先处理好的试样夹紧于测试腔之间，氧气或空气在薄膜的一侧流动，高纯氮气在薄膜的另一侧流动。氧气分子穿过薄膜扩散到另一侧中的高纯氮气中，被流动的氮气携带至传感器。通过对传感器测量到的氧气浓度进行分析，从而计算出氧气透过率等参数。对于包装容器而言，高纯氮气在容器内流动，空气或高纯氧气包围在容器的外侧。

4.2 试样装夹

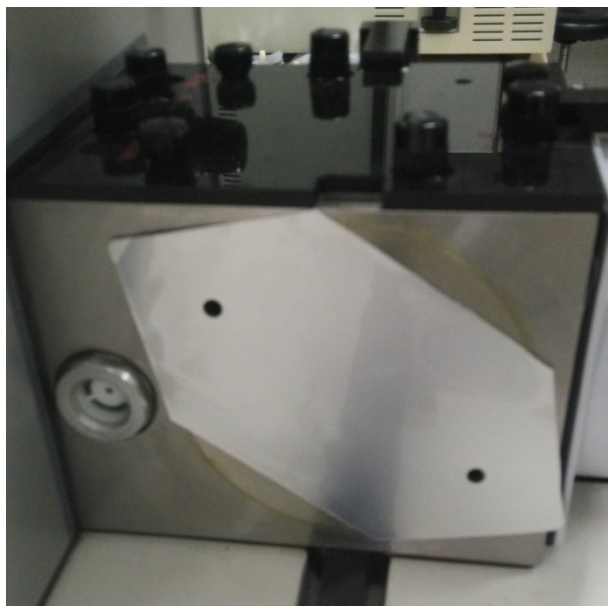
在透气室外表面的凸边边缘涂抹一层真空油脂，避免油脂涂在腔体空穴中间圆盘上。将从同一个样品上裁取的 3 个已状态调节完毕的试样分别装夹于 OX2/230 氧气透过率测试系统的 3 个透气室外表面涂抹的真空油脂上，避免试样皱折，轻轻按压使试样与真空油脂良好接触。盖上透气室盖，紧固密封好。



a. 涂抹真空油脂



b. 将试样放到涂抹后的油脂上



c. 保证试样平整



d. 盖上透气室盖，紧固密封

图 3 试样装夹过程

4.3 检测过程

OX2/230 自动化试验，测试过程简捷：

- 添加蒸馏水，打开系统气源，并按要求调节气源压力。根据试验要求，添加适量蒸馏水以达到要求的 O₂、N₂ 湿度。
- 打开电源、运行软件。

- 设置试验温度、试验参数、启动试验。试验参数包括控制参数（试验模式、试验循环次数、试验时间、REZERO 循环次数等）和试样参数（类型、面积、厚度等）。
- 试验结束、数据处理。
- 关闭气源和电源。

未揉搓与揉搓后的铝箔复合膜样品的氧气透过率分别为 $0.2801 \text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}$ 、 $0.4812 \text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}$ ，每个样品 3 个试样之间试验结果的相对平均偏差均低于 5%。所以，所检测的奶粉用铝箔复合膜揉搓前后的阻氧性差别不明显，可以满足奶粉的保质期内的阻隔性要求。

总结：

采用 OX2/230 氧气透过率测试系统测试奶粉铝箔复合膜氧气透过率时，可获得高精度的阻氧性结果，可准确反映奶粉铝箔复合膜的阻隔性能。特别在无法判断铝箔复合膜在受到揉搓后表面出现的折损是否会使阻氧性变差，则需要借助有效的氧气阻隔性检测设备并结合揉搓试验仪进行验证。本试验采用的检测设备及检验标准同样适用于其他用途的铝箔复合膜等软塑复合膜材料的氧气透过率测试。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阻隔性检测服务，为客户提供可靠的数据支持。了解关于更多相关包装检测仪器信息，您可以登陆 www.labthink.cn 查看具体信息或致电 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。

版权声明：文章版权所有 济南兰光机电技术有限公司，未经许可禁止转载！