

如何在保证奶粉铝箔复合膜包装高阻氧性基础上筛选铝箔厚度

摘要：为了保护奶粉中蛋白质、维生素等营养物质不被破坏，保质期得以延长，通常采用奶粉铝箔复合膜袋装形式进行包装，但铝箔的成本较高，如何保证铝箔复合膜的高阻氧性（即低氧气透过率）的基础上铝箔厚度较为合适，则需要采取有效的氧气透过率测试设备对不同铝箔厚度的铝箔复合膜进行有效检测与比较。本文详细介绍了奶粉铝箔复合膜氧气透过率的检测方法，为相关行业提供技术与数据指导。

关键词：奶粉、铝箔厚度、铝塑复合膜、氧气透过率、阻氧性、变质、延长保质期、氧气透过率测试仪

测试意义：

奶粉是将生乳的杂质过滤后进行一定的脱脂，再加热杀菌，根据配方需要加入香料等成分进行调整，再经过真空浓缩至一定体积后以雾状喷到有热空气的干燥室里（即喷雾干燥），脱水后制成粉末，快速冷却过筛，即包装为成品。这种工艺使得新鲜生乳中的蛋白质、脂肪、维生素、矿物质等营养成分得以完好保存，并且只需热水冲调即可食用，方便快捷。但为了保证奶粉可以具有较长的保质期，避免被空气氧化引起变质或产生结块现象，需采用高阻隔的包装材料对其进行保护，特别是包材的阻氧性，即氧气透过率越低，对空气中氧气的阻隔性越好。

一般奶粉多采用铝箔复合膜进行袋装或者金属罐装，袋装奶粉性价比高，方便携带。为了使得袋装奶粉的保质期得到延长，同时控制复合膜材料的成本，铝箔复合膜中价格较贵的铝箔厚度该如何选择才可以在保证包装高阻氧性的情况下也可降低包材成本，这是目前很多奶粉生产企业急切解决的问题。本文采用专业的可测试高阻隔材料的氧气透过率测试设备对某包材厂生产的不同铝箔厚度的奶粉铝箔复合膜样品的氧气透过率进行检测比较，为相关使用者提供技术与数据参考。



图 1 奶粉铝箔复合膜包装

检测方法:

目前, 氧气透过率测试方法分为等压法与压差法, 其中等压法是利用库仑电量传感器将所吸收的透过样品的氧气转化为电子, 利用氧分子和电子在数量上的线性正比关系计算出氧气透过率。此过程不受渗透浓度和传感器环境变化影响, 检测限低, 可精确检测高阻隔材料的氧气透过率。

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 兰光自主研发的 OX2/231 氧气透过率测试仪结合此标准对不同铝箔厚度的奶粉铝箔复合膜样品的氧气透过率进行检测。

1、试验仪器

高精度 OX2/231 氧气透过率测试仪 (Labthink 兰光), 独立三腔均值设计, 可单次试验便给出三个试样测试的平均值, 支持薄膜和容器双重测试模式。控温范围为 $15^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$, 控湿范围为 0%RH、15%RH \sim 90%RH、100%RH, 薄膜氧气透过率测试范围为 $(0.01 \sim 1,000) \text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}$, 并可扩展至 $(0.1 \sim 10,000) \text{ cm}^3/\text{m}^2\cdot 24\text{h}$ 。此系统还可扩展测试氧气透过率范围为 $0.0001 \sim 10 \text{ cm}^3/(\text{pkg}\cdot \text{d})$ 不同尺寸的容器。系统支持 Lystem™ 实验室数据共享系统, 可实现试验结果和检测报告的统一管理。

该仪器满足多种国家和国际标准: ISO 15105-2、GB/T 19789、ASTM D3985、ASTM F2622、ASTM F1307、ASTM F1927、JIS K7126-2、YBB 00082003。可满足不同温湿度环境下各种塑料薄膜、复合膜、铝箔、片材及塑料瓶、塑料袋等包装容器的氧气阻隔性测试, 并可扩展测试太阳能背板、塑料管材、医药泡罩、隐形眼镜等软塑产品的氧气透过率。



图 2 OX2/231 氧气透过率测试仪

2. 试样的制备

将三款不同铝箔厚度的奶粉铝箔复合膜样品置于 23°C 的环境中, 放在干燥器内调节状态 48 小时。取出后, 分别从每种样品上裁取直径为 $108 \times 108 \text{ mm}$ 的试样 3 个。

三款样品的铝箔厚度分别为 $7 \mu\text{m}$ 、 $9 \mu\text{m}$ 、 $12 \mu\text{m}$, 对应的铝箔复合膜样品分别编号为样品 A、样品 B、样品 C。

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（即库仑电量传感器法）

4. 试验步骤

4.1 试验原理

OX2/231 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，氧气在薄膜的一侧流动，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的氮气中，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，氮气则在容器内流动，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 OX2/231 氧气透过率测试仪的 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. 放上样品后，盖上透气盖，紧固密封

图 3 试样装夹过程

4.3 检测过程

- 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。试验参数包括设备控制参数（试验模式、试验循环次数、试验时间、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。
- 按照上述步骤将其他两款样品进行检测。
- 关闭气源和电源。

三款奶粉铝箔复合膜样品的氧气透过率平均值分别为 0.5014 cm³/m²·24h (样品 A)、0.1927 cm³/m²·24h (样品 B)、0.3011 cm³/m²·24h (样品 C)，每个样品 3 个试样之间试验结果的相对平均偏差均低于 10%。通过试验数据可以看出，铝箔过薄则会使得复合膜的阻氧性变差，但并非铝箔越厚则铝箔复合膜的阻氧性越好，因为铝箔厚度增加亦会引起复合膜其他材质层以及胶黏剂等厚度的变化，并且在复合效果上也会存在改变。所以，对于本次测试的三款样品，铝箔厚度为 9 μm 的铝箔复合膜的氧气透过率最低，即阻氧性最好。

总结：

OX2/231 氧气透过率测试仪在用于筛选合适的铝箔厚度时，可有效地监测并比较相应的铝箔复合膜的氧气透过性，在保证铝箔复合膜高阻氧性的基础上也可节省铝箔因厚度问题带来的成本。本试验采用的检测仪器同样适用于其他用途的软塑复合膜、片材及容器的氧气透过率测试。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。