

液态奶无菌砖氧气阻隔性监测及解决方案

摘要：液态乳无菌砖包装是现今液态奶高端包装形式，可在较长保质期内有效保护液态奶内部脂肪与蛋白质等营养物质，其关键性能在于氧气透过率是否合适，即阻氧性的高低，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无菌砖包材进行有效监测，才可保障无菌砖较长的保质期要求。本文详细介绍了液态奶无菌砖包装氧气透过率的检测原理及方法，为相关行业提供技术与数据指导。

关键词：液态乳、无菌砖、氧气透过率、阻氧性、阻隔性、变质、保质期、氧气透过率测试系统

测试意义：

液态奶是乳制品中常见品种，其脂肪与蛋白质含量较高，含有人体所需的多种氨基酸及大量脂溶性维生素，并且容易被人体消化吸收、物美价廉，是最佳的天然食品。为了保证这种完美食品方便大众日常携带食用，液态奶的包装形式以小巧易开启为主，同时为了最大程度的保证其口感与营养成分，液态奶所使用的包装材料也应具有良好的阻隔性，特别是对外界空气中氧气应具有高阻隔性。目前，无菌砖是发达国家普遍采用的液态奶高端包装形式，它是以食品专用纸板作为基材，由聚乙烯、纸、铝箔等复合而成的纸铝塑包装。国内常见的无菌砖有利乐砖及康美盒，其所灌装的液态奶采用超高温瞬时灭菌技术，然后在无菌条件下进行液态奶灌装及无菌砖封合。

采用无菌砖包装的液态奶在不添加防腐剂情况下可满足常温保质期 180 天的需求，甚至有些阻隔性较高的无菌砖可达到 8 个月，这主要取决于无菌砖所采用的包材对氧气阻隔性如何。但在液态奶无菌砖使用过程中，常发生无菌砖包材阻氧性偏差或达不到预期要求，而出现液态奶在保质期内变质等质量问题。所以，氧气透过率应作为无菌砖液态奶生产企业的重点监控性能指标，氧气透过率数值越低，表明材料的阻氧性越好，液态奶在保质期内不易氧化变质或者可满足更长的保质期需求。本文采用专业的可测试高阻隔包材的氧气透过率测试设备检测无菌砖包材样品的氧气透过率，为相关行业提供技术与数据参考。

检测方法：

软塑包装阻氧性测试方法分为等压法与压差法，其中等压法是通过内部的库仑电量传感器吸收透过样品的氧气，每一个氧气分子可释放出四个电子，利用氧分子数量和电子数量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。因库仑电量传感器的输出效率高，检测限低，可精确测试高阻隔材料的氧气透过率。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，扩展应用于容器测试。

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 OX2/230 氧气透过率测试系统结合此标准对无菌砖包材样品进行氧气透过率试验。

1、试验仪器

OX2/230 氧气透过率测试系统 (Labthink 兰光), 具有超高精度, 独立的三腔结构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 $(0.07 \sim 6,5000) \text{ cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h}$ 。此系统还可扩展测试氧气透过率范围为 $0.0001 \sim 60 \text{ cm}^3/(\text{pkg} \cdot \text{d})$ 容器。系统可实现 10 台仪器并行连接, 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、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, 并可扩展测试各种材料做成的瓶、袋、罐、盒、桶的氧气透过率测试。



图 2 OX2/230 氧气透过率测试系统

2. 试样的制备

将无菌砖样品置于 23°C 的环境中, 放在干燥器内调节状态 48 小时。取出后, 分别从每种样品上截取直径为 $108 \times 108 \text{ mm}$ 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°C , $0\%\text{RH}$

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

OX2/230 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。通过分析传感器接收的氧气浓度，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 为高智能化的检测设备，测试过程便捷易操作：

- 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、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。

三个无菌砖包材试样的氧气透过率分别为 0.2004 cm³/m²·24h、0.1908 cm³/m²·24h、0.2127，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%。所以，所检测的液态奶无菌砖包装材料的氧气透过率可以满足液态奶在 6 个月保质期内的阻隔性需求。

总结:

OX2/230 氧气透过率测试系统在监测液态奶无菌砖阻氧性能时,可获得重复性与再现性较高的氧气透过率结果,可准确反映无菌砖包材的阻隔性能。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软塑复合膜材料的氧气透过率测试,例如奶粉铝塑复合膜、肉制品包装等。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。Labthink 兰光期待与行业中的企事业单位增进技术交流与合作。