

乳粉充氮包装（或气调包装）顶空气体分析检测方案

摘要：为了保证其较长的保质期，在选择高阻隔材料进行乳粉包装的基础上仍需采用充氮或气调包装，以求保护乳粉在惰性或酸性环境下不易被氧化。因此需采用有效的顶空气体成分检测设备对乳粉包装内气体成分进行适时监控，方可预防因包装密封不严或材料阻隔性较差引起的内部 N_2 或 CO_2 比例发生下降的质量问题。本文介绍了乳粉气调包装内部顶空气体成分的检测过程，以此为相关行业用户提供较为详细的技术参考。

关键词：乳粉、充氮包装、气调包装、中空包装容器、顶空气体成分、顶空气体分析仪、氮气与氧气比例、氮气比例、 O_2 与 CO_2 比例、 N_2 比例

测试意义：

乳粉中蛋白质、脂肪等营养物质含量较高，是体质虚弱以及婴幼儿群体日常摄入的主要物质来源，因此对于如何保证乳粉内部的营养物质不被破坏以及如何延长乳粉保质期是很多乳粉生产企业面临的重要难题。目前，乳粉包装分为袋装与罐装两类，袋装乳粉多采用铝塑复合膜或镀铝复合膜材质，而罐装乳粉基本采用铝合金罐或马口铁罐，上述包装形式可以满足较高的阻隔性及良好的密封性。

为了进一步保证乳粉不易被氧化，较多品牌乳粉企业对包装内部充入氮气（ N_2 ）或一定比例的二氧化碳（ CO_2 ），即充氮包装或气调包装，依靠 N_2 这种惰性气体杜绝包装内部 O_2 的存在，而充入一定比例的 CO_2 则是为了保证内部酸性环境从而抑制乳粉中嗜氧菌的繁殖。然而，如果乳粉所使用的包材对 N_2 或 CO_2 的阻隔性比较差，或者乳粉包装密封不严密，则易改变包装内部 N_2 或 CO_2 的含量，从而使充氮包装或气调包装无法起到对乳粉保护作用。针对上述问题，我们可以采用有效的检测设备对包装内部顶空气体成分进行监测，例如顶空气体分析仪，从而掌握包装内 O_2 、 CO_2 以及 N_2 的具体比例含量，及时管控乳粉成品包装质量。



图 1 乳粉包装形式

检测方法:

顶空气体分析常采用传感器法，将从密封包装物内部吸取的一定体积的气体样品注入特定气体分析传感器中，待一定测试时间后记录传感器输出的特定气体浓度值。每种气体含量的检测都需要使用不同的气体分析传感器。

目前，国内密封包装件内部顶空气体的检测暂未有针对性的标准方法，但国内外对顶空气体的检测仪器品种已较繁多，仪器技术水平及精准度也较高，因此包装件内顶空气体成分的监测应具有一定的普遍性。我们将采用 Labthink 兰光公司自主研发的 HGA-03 顶空气体分析仪对乳粉气调包装（铝塑复合膜）样品进行 O₂ 与 CO₂ 气体比例含量的检测。

1、试验仪器

HGA-03 顶空气体分析仪，同时配备 O₂ 和 CO₂ 两种气体的分析传感器，O₂ 和 CO₂ 测量范围均为 0 ~ 100%，O₂ 和 CO₂ 测量精度分别为±0.5%、±2%，所需试样气体体积小，自动模式取样量仅 3.6 mL，手动模式也低于 5 mL。配置自动升降样品台实现整个试样刺破和分析过程完全自动化，采用防堵式结构设计有效避免粉末状试样对仪器造成堵塞。仪器可根据试样的高度及试验空间进行自适调节，系统配置中英文双语操作环境，满足不同语言用户的使用。该仪器可以准确、便捷的测定密封包装袋、瓶、罐等中空包装容器中 O₂ 和 CO₂ 的含量及其混合比例，例如咖啡、奶茶、奶粉、面包等食品以及药品。适合在生产线、仓库、实验室等场合快速、准确的对气体组分含量和比例做出评价，从而指导生产，保证货架期。



图 2 HGA-03 顶空气体分析仪

2. 试样的制备

在 23℃、50%RH 的标准环境下，将无明显缺陷、泄露现象且密封良好的试样置于干燥器内调节状态 48 小时以上。试样数量 5 个，取测试平均值作为试验结果。

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℃，50%RH

试验方法：气体传感器法

4. 试验步骤

4.1 试验原理

HGA-03顶空气体分析仪将取样器插入待测包装物内部，从包装物内顶空部位采集足够体积的样气。将样气注入气体分析传感器中，间隔一定的测试时间或者待气体分析传感器输出的气体浓度值稳定之后记录试验数据。每种气体含量的检测都需要使用不同的气体分析传感器，当检测样气中的O₂含量时需要将样气注入O₂分析传感器，而当检测样气中的CO₂含量时需要将样气注入CO₂分析传感器。

4.2 试样处理

将密封垫贴到试样的待测部位，注意要贴牢固，防止漏气。



图 3 密封垫粘贴示意图

4.3 检测过程

HGA-03 自动采集顶空气体，仪器采用微电脑控制系统，可以对试验数据进行分析、处理、并提供报告输出功能，所以整个测试过程方便快捷：

- 打开仪器电源，预热仪器。
- 将取样针头插入样品。待试样放置稳定后，将取样针头刺穿密封垫中间部位进入试样内部，但避免取样针头扎到包装内的物品而导致针头堵塞或断裂。
- 设置试验参数，如测试时间、气体采集体积等。
- 点击开始试验后，取样器自动从试样内部采集足够体积的样气。
- 样气将自动经注样口、管路进入气体分析传感器。
- 间隔一定的测试时间或者待气体分析传感器输出的气体浓度值稳定之后记录试验数据。
- 关闭仪器电源。

5 个样品内顶空气中 O_2 和 CO_2 比例含量的算术平均值分别为 2.1%、25.7%，每一个试样的测试值与算术平均值的偏差不超过 $\pm 10\%$ 。对于气调包装来说，内部气体除了 O_2 、 CO_2 ，其余绝大部分为 N_2 （因 N_2 为惰性气体，目前国内外未开发出相应的气体传感器），其他气体比例含量可忽略不计，所以 N_2 比例含量可由 100% 减去 O_2 、 CO_2 的比例含量后获取。

总结：

采用 HGA-03 顶空气体分析仪测试气调包装乳粉内顶空气体成分时，可获得精确度与重复性均较高的 O_2 和 CO_2 比例含量，可真实反映乳粉中气体环境，有效监控有害 O_2 的成分，保证内部 CO_2 与 N_2 的比例可满足乳粉保质期的需要。本试验采用的检测设备同样适用于其他含有一定气体的包装容器中 O_2 和 CO_2

的含量及其混合比例的测定。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数以千计的包装内部气体成分的监控方案，为客户提供可靠的数据支持。了解关于更多包装阻隔性、机械性能等相关检测仪器信息，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！