

奶粉包装用塑料复合膜中不溶性物质（蒸发残渣）的监测方案

摘要：袋装奶粉多以塑料复合膜进行包装，包括塑料与塑料形成的复合膜、塑料与铝箔（或镀铝膜）之间形成的复合膜。上述复合膜多以干式复合法生产且经过油墨印刷等工艺，因此油墨、胶黏剂及其相应的有机溶剂等原料中可能引入不溶物等有害成分，这些不溶物在酸性、酒精、油脂性环境中极易析出迁移至奶粉中，危害消费者健康。因此，应严格监控塑料复合膜中有害小分子含量，即监控复合膜中的蒸发残渣含量。本文详细介绍了奶粉包装用塑料复合膜中蒸发残渣监测过程及其检测原理等，为乳制品相关行业提供关键性卫生性能监测方案的指导。

关键词：奶粉、乳制品、塑料复合膜、铝塑复合膜、有害物质、不溶性物质、蒸发残渣、卫生性能、蒸发残渣恒重仪、干燥冷却、恒重

测试意义：

奶粉主要采用袋装及罐装这两种形式，有些罐装奶粉内甚至先采用包装袋进行密封后再放入罐内。而袋装奶粉所使用的包装材料主要是塑料复合膜材质，既包括透明的塑料与塑料之间的复合膜，也包括含有铝箔层或镀铝膜层的塑料复合膜。上述塑料复合膜主要采用干式复合工艺生产的，即指胶黏剂处于干燥状态下对各层薄膜进行复合，是先在一层基材薄膜上均匀涂好用特殊有机溶剂溶解后的胶黏剂，经过烘道干燥，将胶黏剂中的溶剂全部烘干，在加热状态下将胶黏剂熔化，再将另一种基材薄膜与之贴合，然后经过冷却、熟化处理后生产出具有优良性能的塑料复合膜生产过程。

因塑料复合膜在制造与印刷过程中会引入树脂原料、油墨、胶黏剂、有机溶剂、添加剂等原料，而上述原料极易出现人为添加或制膜过程中高温氧化裂解产生的不溶性的有害物质，而这些不溶性的有害物质如何监控，则需要将复合膜分别浸泡在水、酸、酒、油的模拟溶液中一段时间后，测试浸泡液内“蒸发残渣”含量。蒸发残渣此项试验可及时防控上述物质迁移到食品内容物中，危害消费者健康。本文以含有铝箔层的奶粉包装用塑料复合膜（简称铝塑复合膜）为例，结合济南兰光机电最新研制的 ERT-01 蒸发残渣恒重测试仪，介绍蒸发残渣的详细测试过程及原理，为乳制品行业提供相关卫生性能指标监测的技术参考。



图 1 奶粉包装用塑料复合膜包装

检测方法:

按照 GB/T 5009.60-2003《食品包装用聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯成型品卫生标准的分析方法》中规定的“蒸发残渣”试验方法检测奶粉包装用塑料复合膜中蒸发残渣含量。

试验前需将试样在特定的温度下分别经由不同溶液（水、4%乙酸、65%乙醇、正己烷）浸泡 2 h，将浸泡液分别放置在水浴上蒸干，于 100℃左右的环境下干燥 2 h 后，冷却称重。该指标即表示在不同浸泡液中的溶出量。不同浸泡液可分别模拟接触水、酸、酒、油不同性质食品的情况。

本文将采用 Labthink 兰光公司自主研发的新型 ERT-01 蒸发残渣恒重仪结合上述标准对奶粉包装用铝塑复合膜样品的“蒸发残渣”指标性能的检测进行重点介绍。

1、试验仪器

ERT-01 蒸发残渣恒重仪（Labthink 兰光）:

- 可测试 0 ~ 80 g 残渣质量，测试精度 0.3 mg;
- 控温范围 100 ~ 130℃，控温精度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$;
- 热风循环风速 0.2 m/s，试样容积 0 ~ 200 mL;
- 单机八个试样独立测试及全自动试验过程，大大提高检测效率。
- 采用自动升降机构设计和间歇称重测量方法，有效降低系统误差;
- 试验腔热风循环系统，自动控温和排湿的独特设计;
- 可在高温条件下直接进行称量，避免人为因素造成的影响，保证测试结果的准确性;
- 比例、模糊、差值三种试验模式，满足用户不同的测试需求;
- 搭配了具有人性化的操作界面和智能化数据处理功能的操作软件，可连接 Lystem™ 实验室数据共享系统，统一管理试验结果和试验报告。

该仪器满足多种国家标准：GB/T 5009.60-2003、GB/T 5009.64-2003、GB/T 5009.68-2003、GB/T 5009.69-2008、GB/T 5009.203-2003、GB/T 9740-2008。可适用于以聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、过氧乙

烯树脂为原料制作的各种食具、容器及食品用包装薄膜、罐头或其他各种食品用工具、管道等制品在不同浸泡液中的溶出量的测定。



图 2 ERT-01 蒸发残渣恒重仪

2. 试样的制备

按照试样的接触面积每平方厘米加 2 mL 的液体量倒入浸泡液。分别浸泡在以下四种溶液中：

水：60℃，浸泡 2h；

乙酸(4%)：60℃，浸泡 2h；

乙醇(65%)：室温，浸泡 2h；

正己烷：室温，浸泡 2h。

3. 试验条件

地点：济南兰光包装安全检测中心

试验条件：实验室环境

试验方法：蒸发残渣仪干燥、称重

4. 试验步骤

4.1 试验原理

试样经由不同的模拟液浸泡后，取一定数量的浸泡液，置于预先在高温烘箱中干燥至恒量的蒸发皿中，在水浴上蒸干，于高温干燥后冷却称量，再继续干燥冷却称量，直至恒重。该质量减去空皿的质量即为蒸发残渣质量。蒸发残渣可有效表征包装材料中不溶性物质在使用过程中遇酸、酒、油等不同性质液体析出

的总含量。

4.2 试验步骤

ERT-01 蒸发残渣恒重仪可将原先需要水浴锅、烘箱、干燥器、电子天平等多款仪器共同完成的干燥、冷却、恒重等繁琐步骤转为由一台智能化检测仪器一次性完成，操作便捷，结果精确：

- 取试样正己烷浸泡液 200 mL，分多次置于预先在 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 干燥至恒量的 50 mL 玻璃蒸发皿中，在水浴上蒸干。
- 将蒸发残渣仪设置好试验参数，包括温度、称重间隔时间、试验模式等。
- 将蒸干后的蒸发皿放入蒸发残渣仪中，由仪器自行完成对蒸发皿的干燥、恒重称量。
- 同时将未加试样的空白浸泡液按照上述步骤同时进行干燥、恒重称量。
- 由仪器软件自行计算蒸发残渣质量及含量。
- 关闭软件程序与仪器电源。
- 按照上述步骤，分别测试水、乙醇、乙酸浸泡液中试样的蒸发残渣。



图 3 蒸发皿在 ERT-01 中的干燥过程

奶粉包装用铝塑复合膜样品在正己烷中的蒸发残渣含量分别为 15.7 mg/L、14.9 mg/L，两次平行试验的检测结果的差值为算术平均值的 5.2%，完全满足不超过 10%的精密密度计算要求。而该样品在水、乙醇、乙酸浸泡液中蒸发残渣含量的平均值分别为 7.4 mg/L、16.8 mg/L、10.2 mg/L，均能满足该项指标试验方法的精密密度要求。

总结：

ERT-01 蒸发残渣恒重仪既降低了以往蒸发残渣试验所需的多款仪器带来的资源浪费，也将以往干燥、冷却、恒重的繁杂试验过程简化，在保证便捷性的同时，也实现了更好的数据稳定性及精密密度要求。在面

对高频率监测包装材料卫生性能方面，蒸发残渣恒重仪可及时防止有害物质迁移到食品中，杜绝其危害消费者健康。奶粉包装用塑料复合膜仅是各种包装材料的典型代表，如其他复合膜、内壁涂料、容器等材质的蒸发残渣测试皆可采用此检测仪器进行验证。Labthink 兰光一直致力于为全球客户提供专业、便捷、智能化的检测服务与设备，涉及包装材料阻隔性、物理机械强度、卫生性能等指标的测试，您可以登陆 www.labthink.com 查看具体产品信息或致电 0531-85068566 咨询。Labthink 兰光期待与各行业中的用户增进技术交流与合作。