镀铝复合膜包装与方便面面饼相容性的研究及分析

刘东芳[1]，陈 欣[2]，于佳佳[2]
(1. 国家包装产品质量监督检验中心，济南 250102；2. 济南兰光机电技术有限公司，济南 250031)

摘要：针对国内使用镀铝复合膜作为包装的品牌方便面成品包装出现的质量问题，利用多款检测设备及分析技术，对不同品牌方便面的镀铝复合膜的阻隔性、密封性、力学性能以及溶剂残留等关键指标进行了检测，结合方便面面饼的特性、包装工艺以及镀铝复合膜的生产工艺，根据测试数据分析了镀铝复合膜与面饼之间的相容性、质量问题的产生原因及解决办法。

关键词：镀铝复合膜；方便面面饼；包装性能检测；相容性分析
中图分类号：TB487　**文献标识码**：A　**文章编号**：1001-3563(2013)19-0029-05

Compatibility between Aluminum Composite Film and Instant Noodle

LIU Dong-fang[1], *CHEN Xin*[2], *YU Jia-jia*[2]
(1. National Packaging Product Quality and Inspection Center, Jinan 250102, China; 2. Labthink Instruments, Co., Ltd., Jinan 250031, China)

Abstract: Aluminum composite film of various instant noodles was detected by different packaging testing equipments. Critical quality indicators of the composite film were detected, including barrier property, sealing property, physical and mechanical property, and residual solvent. The compatibility and quality problems and their solution were analyzed based on testing data, combined with characteristics of instant noodles, packaging technology, and production technology of composite film.

Key words: aluminum composite film; instants noodle; packaging performance test; compatibility analysis

现今市面上销售的多款品牌方便面产品多为油炸型，仅有少数品牌的方便面为非油炸型[1]，而油炸型方便面多使用棕榈油，所以其对包装的阻隔性、整体密封性要求较高，较差阻氧性的包装易导致面饼内油脂酸败。国内方便面产品使用的包装多为 BOPP/VMCPP，BOPP/CPP，PA/CPP 复合膜结构，其中 BOPP/VMCPP 复合膜是阻隔性较高的包装膜，但是各层厚度及复合膜质量的不一致，导致了该镀铝复合膜在阻隔性能、溶剂残留等关键性指标质量上差距较大[2-3]。针对上述方便面面饼复合膜包装的现状，对国内 3 款品牌方便面所使用的 BOPP/VMCPP 镀铝复合膜包装进行了检测，重点从阻隔性能、物理机械性能、溶剂残留等关键控制点入手，从包装生产、方便面自身特性、镀铝膜复合工艺等多方面分析该镀铝复合膜包装与方便面面饼的相容性，以便于为国内方便面包装材料的选择提供一定的参考依据。

1　方便面面饼特性及镀铝复合膜性能

1.1　面饼特性

油炸型方便面含有较高的油脂及一定量的蛋白质，遇氧气环境会使食品色素被氧化，导致颜色发暗、油脂中大量不饱和脂肪酸成分被氧化而酸败，所以食品应尽可能与氧气环境隔绝。干燥面饼的水分含量低，在湿度较大环境中，方便面易吸收空气中水分，产生潮解，面饼变软。很多方便面内都添加了保持产品性质的食品添加剂，如水分保持剂三聚磷酸钠、六偏磷酸钠、磷酸二氢钠，以及抗氧化剂特丁基对苯二酚。水分保持剂是为了保持食品内部的持水性，改善食品的形态、风味、色泽等的一类物质，使方便面复水快、

收稿日期：2013-06-06
作者简介：刘东芳(1974-)，女，山东单县人，硕士，国家包装产品质量监督检验中心(济南)工程师，主要研究方向为包装质量检测。

易冲泡,而且这些聚磷酸盐能与金属阳离子 Ca^{2+}, Mg^{2+}, Cu^{2+}, Fe^{2+}等螯合,抑制多酚氧化酶等的活性,防止面条褐变。同时磷酸盐与这些金属阳离子螯合后,能降低微生物细胞分裂时的稳定性及降低许多细胞的热稳定性,从而有效抑制细菌滋生,起到防褐保鲜、延长货架期的作用。抗氧化剂则可以防止食物酸败[4-5]。由于上述食品添加剂在人体中长期积累易导致人体摄磷过多,会使体内的钙无法充分利用,引起骨折、牙齿脱落等骨骼变形症状,而抗氧化剂在人体内慢慢变质易引起体内酶系统紊乱最终引发癌变[6],所以基于阻氧、阻湿的要求,同时为了降低食品添加剂的加入量,对方便面包装的阻隔性要求较高。

由于方便面面饼易脆,包装袋内易有面渣固体或碎屑,所以方便面包装不仅应具有高阻湿性、阻氧性,还需具备一定的耐穿刺性、耐揉搓性。

1.2 镀铝复合膜应具有的性能

1.2.1 阻隔性

镀铝复合膜具有优良的阻氧、阻湿性及阻油性,并且具有良好的反射性,所以可防止油炸面饼被外界的紫外线、可见光等氧化,保证了面饼较长的保质期。比如总厚度为 40 μm 的聚酯膜/镀铝流延聚丙烯膜(PET/VMCPP)双层复合膜的透氧量为 6.0 $cm^3/(m^2 \cdot 24h \cdot 0.1MPa)$(温度为 38 ℃,相对湿度为 70%)。

1.2.2 物理机械性能

因质量较差的镀铝膜容易在外力揉搓或挤压时产生针孔,从而引起阻隔性明显下降,所以镀铝复合膜应具有优良的耐折性及抗揉搓能力,以保证其在包装方便面过程中不易出现揉曲、皱折、漏气等现象。各层薄膜之间复合时应不易发生脱层,并且胶粘剂粘结充分。如果复合强度较弱,则可能因面饼的油脂渗入至复合膜各层间,导致复合膜分离,整体阻隔性下降。如果使用镀铝复合膜作为外包装,镀铝层的厚度应均匀,并且镀铝层的附着力强,且不易脱铝。镀铝膜表面应具有良好的润湿性和粘合性,以利于印刷油墨和复合胶粘剂在膜表面的附着和粘合[7]。

镀铝膜表面应具有极佳的金属光泽和良好的反射性,无明显的杂质、斑痕、亮条及阴阳面等现象发生。

1.2.3 溶剂残留

根据国家相关法律法规要求,包装物的油墨印刷层中油墨成分不可含有苯类致癌化学物质,否则会在高温、高湿环境下或食品长期的储存中发生迁移,进入食品后会影响食用者的身体健康。油墨的印刷适性好,油墨与基材之间黏结良好。油炸面饼含有大量油脂,易缓慢进入复合膜胶黏层与复合用溶剂相容,引起有害溶剂成分渗入面饼内,所以所使用的镀铝复合膜包装更应注意不得含有有害的溶剂残留。

2 不同品牌镀铝复合膜的测试与研究

2.1 试验项目、设备及参考标准

1)阻隔性。试验项目:氧气透过量(参考标准 GB 1038—2000),试验设备为 VAC-V1 压差法气体渗透仪。试验项目:水蒸气透过率(参考标准 GB/T 21529—2008),试验设备为 W3/330 水蒸气透过率测试系统。

2)物理机械性能。试验项目:厚度(参考标准 GB/T 6672—2001),试验设备为 CHY-CA 测厚仪。试验项目:热封强度(参考标准 QB/T 2358—1998)、剥离强度(参考标准 GB 8808—1998),试验设备为 XLW(PC)智能电子拉力试验机。试验项目:泄露最大负压(GB/T 15171—94),试验设备为 MFY-01 密封试验仪。试验项目:揉搓试验(ASTM F392),试验设备为 FDT-01 揉搓试验仪。

3)化学性能。试验项目:溶剂残留(参考标准 GB 10004—2008),试验设备为 GC7800 气相色谱仪。

上述试验设备均由济南兰光机电技术有限公司生产,具有较高的精密度及稳定的性能。

2.2 结果与分析

文中抽选了 3 款国内著名品牌的油炸型方便面,并对其镀铝复合膜包装的原材料进行了阻隔性、物理机械性能以及化学性能等项目的试验,出于对各品牌测试数据的保密,将 3 种样品分别命名为 1 号、2 号与 3 号。根据试验结果、方便面面饼特性、镀铝复合膜的生产工艺以及包装与食品相容性,进行了如下的比较和分析。

2.2.1 镀铝复合膜的厚度与阻隔性比较

由表 1 中数据可看出,1 号 ~ 3 号的包装袋总厚度依次为 44.9,50.1,52.2 μm。经过比较,1 号样品包装袋比其他品牌同种材料的薄,而且并未达到包装袋生产厂家提供的数据 48 μm 的厚度。这 2 种包装袋的厚度差别造成的产品质量差距在后面的阻隔性实验数据中有进一步验证。

表 1　3 款方便面的镀铝复合膜揉搓前后的阻隔性数据比较

Tab. 1 Comparison of barrier property of three kinds of aluminum composite film for instant noodle before and after kneading

试样编号	试样厚度/μm	试样结构	氧气透过量(23 ℃, 50% RH)/($cm^3 \cdot m^{-2} \cdot 24h^{-1} \cdot 0.1MPa^{-1}$)	水蒸气透过率(38℃,90% RH)/($g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$)
1 号	44.9	BOPP/VMCPP	揉搓前　72.069	揉搓前 2.0230
			揉搓后 386.701	揉搓后 2.5163
2 号	50.1		揉搓前　66.449	揉搓前 1.6023
			揉搓后 398.539	揉搓后 1.7944
3 号	52.2		揉搓前　26.798	揉搓前 0.809
			揉搓后　62.244	揉搓后 1.217

从表 1 中未揉搓前的阻隔性数据分析,3 款样品的阻氧性(由氧气透过量参数反映)及阻湿性(由水蒸气透过率参数反映)均能达到良好的阻氧、阻湿的要求。比较阻隔性数据可以看出,薄膜较厚的 3 号样品(52.2 μm)的水蒸气透过量分别比薄膜较薄的 1 号(44.9 μm)及 2 号(50.1 μm)样品的水蒸气透过率低 60% 和 49.5%,氧气透过量低 62.8% 和 59.7%,即说明薄膜总厚度增加,特别是充当阻隔层的 VMCPP 膜厚度增加,可显著提高复合膜整体的阻隔性。

实验过程中将此类镀铝复合膜进行了揉搓性试验,并测试了揉搓后的阻隔性数据。从表 1 中可以看出,揉搓后的 1 号和 2 号样品的氧气透过量发生了较大变化,是揉搓前的 5 ~ 6 倍。由于所包装的面饼比较坚硬,有时会有折断的方便面残渣,所以此类包装需要一定的耐揉搓性,否则原有的高阻隔性就会大打折扣。如在搬运、储藏及物流过程中,方便面成品频繁与其他物体接触摩擦,此类镀铝复合膜更易产生针孔,在高温高湿环境下,氧气透过量及水蒸气透过率将增大,方便面会被氧化。

根据上述现象发现,厚度偏薄的 1 号与 2 号样品在经过揉搓后阻隔性能变差,这是由于镀铝层较薄引起的,1 号产品 BOPP 层厚度为 25 μm,镀铝层厚度为 20 μm(厂家提供),而竞争实力相当的国内品牌一般将 BOPP 层厚度控制在 20 ~ 25 μm,镀铝层厚度控制在 23 ~ 28 μm。因为 BOPP 层 1 ~ 3 μm 的差别对于整体包装的阻隔性影响不明显,但是 VMCPP 层 5 μm 左右的差别将引起阻隔性的明显下降,但镀铝层不可过厚,否则会对包装材料整体光泽、薄膜的复合强度、印刷效果造成影响。

2.2.2　镀铝复合膜的热封强度及密封性比较

BOPP/VMCPP 镀铝复合膜通常情况下具有较低的热封温度和较高的热封强度。1 号和 2 号样品的顶边热封强度较为合适,但侧边热封强度在国家标准最低要求值附近,结合整体包装的密封性试验结果,当分别抽负压至 −70 kPa 和 −80 kPa 时,放在水中的整体包装在侧边热封处的周围有气泡产生,进一步说明了侧边热封强度较低。上述质量问题将导致方便面在经过储存、出厂、运输及销售一系列过程后,氧气及湿气会缓慢地进入,从而引起面饼的潮变及氧化。3 号样品的顶边与侧边热封强度均较高,在 −89 kPa 的负压情况下,未发生泄露。

由实验结果可以看出侧边的热封强度略低,虽然不会造成包装物泄漏,但影响了包装的美感,破坏了商品形象,而且在运输、搬运过程中极易造成侧边热封口的损坏。造成上述现象的原因分析如下所述。

1) 热封温度不够,只需适当提高热封温度即可解决问题。

2) 热封压力过低时,被热封的 2 层材料难以达到真正的融合,或者难以赶尽焊口中间的气体,以至造成局部漏焊。当热封压力过大,热封温度稍高时,热封刀易在热封时将封缝中的熔料挤走,导致“热切”现象,降低封口的热封强度,使封口的耐冲击强度下降。由此,热封压力应当适当。

3) 热封刀的刀面不够平整,一般是因为中间螺杆被装斜,或者上热封刀的压力、弹簧压力不均,由此,需重新校正中间螺杆的位置,使其处于水平状态。当上、下热封刀不平衡,则要通过调节压力弹簧来实现,调节到适中即可。弹簧向外退时,热封刀将向下坠,将下刀片的弹簧向上施紧时,热封刀将向上移动。

4) 设备使用时间过长,高温带上附着了灰尘及塑料屑等脏物,造成高温带不光滑、不平整,使得封口受热不均匀,经冷压轮压合后出现气泡。清洗或重新更换高温带即可排除故障。

5) 包装材料自身问题。如果内层镀铝膜非低温热封镀铝膜,而是普通热封镀铝膜,那么热封温度至少应达到 150 ℃。如果是低温热封镀铝膜[8],热封温度达到 130 ℃即可满足热封效果。建议使用低温热封镀铝膜可以控制热封温度不足问题,并节省热封用电成本。

2.2.3 镀铝膜光泽度及复合强度的比较

将1号样品与2号、3号样品的内层进行比较,镀铝层的光泽度不如后两者,显现出发白、发暗现象,这将使其他品牌方便面包装在整体外观上略占优势,1号样品从外观上损失了竞争力。如要解决上述问题,需选用合适表面张力的镀铝膜以及双组份、分子量较大、表面张力合适的镀铝膜专用胶粘剂[9-10],并调节好干式复合过程中溶剂挥发等环节的温度。

BOPP/VMCPP 复合膜的复合强度主要由剥离强度体现,见表2。由剥离强度结果可以看出1号样品的复合强度低于2号、3号样品。在剥离试验过程中,发现部分面积的镀铝层不仅无法将油墨层撕落,反而是印刷墨层将镀铝层撕落,即发生了镀铝迁移现象,这将影响剥离强度实验结果,也从侧面反映了复合过程中残留溶剂的渗透问题。在镀铝膜生产过程中需控制蒸镀铝膜时连结料的均匀性,选择分子量稍大的优质镀铝膜专用胶黏剂,且涂抹均匀,以防胶液渗透到镀铝层并进一步破坏镀铝层,导致迁移现象。配制胶液时适当降低固化剂的使用量,保持胶膜良好的柔韧性及伸展性,将有利于控制镀铝层的迁移。

表2 3种方便面的镀铝复合膜的力学性能数据比较

Tab.2 Comparison of mechanical properties of three kinds of aluminum composite film for instant noodle

试样编号	试样厚度/μm	热封强度/(N·(15mm)$^{-1}$)	剥离强度/(N·(15mm)$^{-1}$)	泄漏最大负压/kPa
1号	44.9	顶边 15.24 侧边 8.94	1.9	-70
2号	50.1	顶边 20.17 侧边 12.66	2.2	-80
3号	52.2	顶边 24.81 侧边 16.73	2.6	-89

注:试验的环境条件为23 ℃,50% RH。

2.2.4 镀铝复合膜的溶剂残留量的比较

从表3的溶剂残留实验数据可以看出,1号与2号样品苯类物质(主要是甲苯与二甲苯)含量大于或等于检出限0.01 mg/m^2,即表示检测出苯类物质,而苯类物质国家规定不允许在食品包装袋中被检出。可以推测出该复合膜在油墨层印刷过程中溶剂含有的甲苯、二甲苯等物质未挥发完全。在油墨快速印制过程中,为了使油墨快速稀释及干燥,会采用甲苯、丁酮、乙酸乙酯、异丙醇等基本原料作为混合溶剂成分,尤其把甲苯作为调配混合溶剂的主要原料[11]。从而在挥发处理溶剂过程中这些原料未得到严格控制,导致高温状态下挥发出类似于油漆的甲苯味道,苯类物质在高温或高湿环境下可能迁移至面饼中,从而引发食品迁移带来的食品安全,影响消费者健康。解决此类问题主要取决于在油墨印刷过程中调整醇类、甲苯等溶剂比例,在后期溶剂挥发处理工艺中调整好温度、时间等因素,使醇类、苯类等溶剂挥发充分。

现阶段国内食品行业绝大部分采用干式溶剂型复合工艺生产复合膜、袋,所以溶剂残留不可避免,但是可以控制在安全含量范围内。国内已有无苯无酮凹版油墨印刷,用无溶剂复合机生产 BOPP/VMCPP, BOPP/PE, BOPP/VMPET/PE 等复合膜,避免了在层压时出现的溶剂残留,可考虑采用此类工艺生产镀铝复合膜。

表3 3种方便面的镀铝复合膜的溶剂残留性能的数据比较

Tab.3 Comparison of residual solvent of three kinds of aluminum composite film for instant noodle

试样编号	苯含量/(mg·m^{-2})	溶剂残留总量/(mg·m^{-2})
1号	0.0563	0.2228
2号	0.01	0.0637
3号	0.004	0.0107

注:试验的环境条件为23 ℃,50% RH。

3 结语

从上述分析可以看出国内不同品牌的方便面产品使用的镀铝复合膜的质量不均,主要体现在 VMCPP 的光泽度、复合膜的阻隔性、复合强度以及溶剂残留等性能方面。方便面生产企业在生产过程中未及时调整合适的热封参数,并且作为热封层的 VMCPP 膜的质量对控制热封温度至关重要,因此选材应优先考虑低温热封性材料。一些镀铝复合膜生产企业,为节省原料成本,生产出的镀铝复合膜较薄,影响了包装的阻隔性;其次,未选用合适镀铝复合膜的优质胶粘剂且涂抹不均匀,造成复合强度变差,发生镀铝迁移现象,从而影响油炸型面饼与镀铝复合膜的相容性;生产过程中缩短溶剂的挥发时间或降低挥发温度,导致有害溶剂残留。

食品企业应在保证其与内容物具有良好相容性

的前提下,选择性价比合适的包装材料。特别在现阶段国家对食品企业的包装原料未实行强检的情况下,食品企业更应时刻注重包装材料的质量管控,避免因包装材料知识的匮乏导致在选材上引起食品质量安全问题,减少包材原料带来的经济以及品牌信誉损失。

参考文献:

[1] 陆启玉,张国印,潘强. 非油炸方便面复水性的改善研究[J]. 食品科技,2007(2):210-213.
LU Qi-yu,ZHANG Guo-yin,PAN Qiang. Study of Improving Fried-free Instant Noodle′s Rehydration Character[J]. Food Science and Techology,2007(2):210-213.

[2] 包燕敏,万敏辉,张烈银. 功能性镀铝胶的开发及在镀铝复合包装材料中的应用[J]. 中国包装工业,2012(9):29-31.
BAO Yan-min, WAN Min-hui, ZHANG Lie-yin. Development and Employment of Functional Aluminum Adhensive in Aluminum Composite Film[J]. China Packaging Industry,2012(9):29-31.

[3] 姜万勇,曾忠斌,彭浩,等. 基于信息化检测分析平台的蛋黄派镀铝复合膜包装比较研究[J]. 包装工程,2012,33(17):44-48.
JIANG Wan-yong,ZENG Zhong-bin,PENG Hao,et al. Comparison on Quality of Aluminum Composite Films for Custard-pie Based on Information Testing and Analysis Platform[J]. Packaging Engineering,2012,33(17):44-48.

[4] 李宏梁,彭丹,姚科. 方便面面身复合食品添加剂的应用研究[J]. 中国食品添加剂,2003(3):26-34.
LI Hong-liang,PENG Dan,YAO Ke. Application of Multiple Food Additives in the Instant Noodles Body[J]. China Food Additives,2003(3):26-34.

[5] 李宏梁,唐孟忠,魏耀辉. 油炸方便面面身复合食品添加剂的应用研究[J]. 陕西科技大学学报,2003,21(4):30-33.
LI Hong-liang, TANG Meng-zhong, WEI Yao-hui. Application of Multiple Food Additives in Oil-fried Instant Noodle [J]. Journal of Shanxi University of Science and Technology,2003,21(4):30-33.

[6] 腾加友,陈洁,王春,等. 磷酸盐对热风干燥方便面品质影响的研究[J]. 粮油加工,2008(1):93-96.
TENG Jia-you, CHEN Jie, WANG Chun, et al. Study on Quality Influence of Air Drying for Instant Noodle by Phosphate[J]. Cereals and Oils Processing,2008(1):93-96.

[7] 赵素芬,刘晓艳. 复合膜铝层转移现象分析[J]. 包装工程,2010,31(5):52-53,65.
ZHAO Su-fen,LIU Xiao-yan. Analysis on the Phenomena of Vacuum Al Layer Transfer from the Composite Film[J]. Packaging Engineering,2010,31(5):52-53,65.

[8] 郭新华. 应用在食品行业中的冷封胶薄膜[J]. 包装工程,2006,27(5):34-35,55.
GUO Xin-hua. Cold Sealing Adhesive Film Applied in Foodstuff Industry[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5):34-35,55.

[9] 张宏元,王雪琴,夏萍,等. 双组份水性聚氨酯胶粘剂在复合软包装中的应用研究[J]. 包装工程,2007,28(12):41-43.
ZHANG Hong-yuan, WANG Xue-qin, XIA Ping, et al. Application Study of Aqueous Polyurethane Adhesives in Flexible Packaging of Laminated Films[J]. Packaging Engineering,2007,28(12):41-43.

[10] 郭俊杰,张宏元. 镀铝膜/PE 膜复合用水性复合胶的开发与应用研究[J]. 包装工程,2006,27(3):25-27.
GUO Jun-jie,ZHANG Hong-yuan. Development and Application of Waterborne Adhesives for Vacuum Aluminum/PE Laminated Films[J]. Packaging Engineering,2006,27(3):25-27.

[11] 谢利,于江,任鹏刚,等. 顶空/气相色谱-质谱法分析方便面印刷包装材料中挥发性有机物[J]. 分析化学,2011,39(9):1368-1372.
XIE Li,YU Jiang,REN Peng-gang,et al. Analysis of Volatile Organic Compounds in Printing and Plastic Packaging Materials of Instant Noodles by Headspace Gas Chromatography-mass Spectrometry[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry,2011,39(9):1368-1372.