

烟包防“水雾”研究

武军, 马超, 肖武, 张朝忠, 杨伟栋, 沈海生, 汪龙生, 沈荣波

(永发印务(东莞)有限公司, 东莞 523821)

摘要: **目的** 为了解决烟包产品表面出现的“水雾”问题, 分析纸张、光油、印刷品表面的印刷膜层、内装物烟丝等烟包产品的原材料和印刷工艺对“水雾”现象的影响。**方法** 通过减量法找到产生“水雾”的来源, 创新一种上光油体系, 采用以物理和化学协同的方法排除“水雾”。**结果** 当纳米二氧化硅的质量分数为 0.15%、防水雾剂质量分数为 0.15% 共同作用时, 彻底消除了“水雾”, 同时发现当印刷品表面平滑度值为 8000~14 000 s 时满足对产品的质量要求。**结论** 包装盒的纸板、印刷 UV 油墨、光油等是“水雾”的主要来源, 外层包覆的 BOPP 膜的密封性和外界温度变化提供了“水雾”形成的环境, 而通过测定印刷品表面平滑度值可以判定水雾是否出现。

关键词: 水雾; 烟包; 防水雾剂; 防雾光油; 物理化学协同效应

中图分类号: TB482; TS761.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)05-0203-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.05.038

Mist Resistance of Cigarette Packets

WU Jun, MA Chao, XIAO Wu, ZHANG Chao-zhong, YANG Wei-dong,
SHEN Hai-sheng, WANG Long-sheng, SHEN Rong-bo
(The Wing Fat Printing (Dongguan) Co., Ltd., Dongguan 523821, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem of "water mist" on the cigarette packet products, and analyze the effects of raw material of cigarette packet products (such as paper, varnish, printed film on the printed matter and cut tobacco) and printing technology on the "water mist". The sources of "water mist" were found by the weight loss method. The varnish system, with the use of physical-chemical synergy, was created to eliminate the "water mist". When the mass fraction of nano-silica was 0.15% and the mass fraction of anti-mist agent was 0.15%, the "water mist" was completely eliminated, and it was found that the product quality requirements were met when the surface smoothness of printed matter was 8000~14 000 s. The paperboards, printing UV ink and varnish, etc. of the packaging box are the sources of "water mist". The tightness of BOPP film coated on the outside and the change in external temperature provide the environment where the "water mist" is formed. It can be judged whether the water mist occurs by measuring the surface smoothness of printed matter.

KEY WORDS: water mist; cigarette packet; anti-mist agent; anti-mist light oil; physical-chemical synergy

烟包“水雾”问题一直困扰着整个烟包印刷行业, 极大地影响产品的整体效果和商业价值, 甚至造成产品报废, 给企业造成重大损失^[1-4]。所谓的“水雾”是指包装盒成型后, 表面进行热收缩膜密封后, 由于温度变化, 在薄膜上形成大量微米级的“小液滴”, 导致薄膜的雾度增加^[3-5], 形成一层薄薄的类似水雾的现象, 致使包装盒表面光泽暗淡, 明亮不均, 严重影响

产品质量。

依照烟包印刷和包装成型的工艺, 根据印刷基本原理^[2]和化学相似相容原理, 烟包印刷通常先印 UV 彩色油墨, 再印一层 UV 的上光油。这样效果光亮而华丽, 质量稳定。当然也可先印 UV 彩色油墨, 再印一层水性光油, 但水性光油的光亮度、华丽性以及稳定性将会显著降低^[6]。故烟包印刷通常采用前者。烟

收稿日期: 2017-01-25

作者简介: 武军(1951—), 女, 北京印刷学院教授、硕导, 主要研究方向为包装印刷材料。

包包装的最后一步是将模切好的半成品用粘合剂粘合成型,装上烟支后再用 BOPP 膜将烟盒整体热封^[5]。

上述印刷与包装的 2 个过程中,印刷中若用水性上光油,一般生产中不会产生“水雾”,因为水性膜密度低,密封性较差,“水雾”可以上下流通,但水性光油光亮度不够且与 UV 墨膜的相容性、结合牢度差,影响整体质量。采用 UV 上光油时,在一定温度下会产生大量“水雾”,尤其是在金银卡纸、复合纸、转移纸上。这已成为烟包印刷包装行业的难题。文中根据现有文献及实际生产经验^[8-16],设定研究方案解决“水雾”问题。

1 实验

1.1 材料和仪器

材料:UV 光油组合剂(长兴化工),防“水雾”剂(海中辉 ZAB-60),纳米 SiO₂(海中辉)等。仪器:平滑度测试仪(东莞勤达 ZB-BK10),电子天平(日本 HR-200),烘箱(上海一恒),印刷机(Manoland R707 3B LV),天平(日本 AND 进口,HR-200 电子天平)。

1.2 方法及内容

1) 烟包“水雾”的来源测试。以永发印务(东莞)有限公司生产的“百年龙凤”小盒产品为实验样品,分别取印刷前的原纸和印刷后的烟盒印刷品,同时将两者按照标准烟盒尺寸模切成小盒进行试验比较,再加上烟盒成型过程中所需要的 20 支烟卷、粘合剂,模拟正常烟盒成型工艺。印刷采用的是罗兰 700 型胶印机,干燥条件为:功率 153 W/cm,干燥过程长度 865 mm。通过采用烘干蒸发及称量减量法对可能存在的挥发性物质的含量进行测试,即用烘干前的质量减去烘干后的质量,得到可挥发物质的质量。烘干的条件设定为温度 105 ℃,时间 10 min,结果见表 1。

表 1 烟包“水雾”的来源测试
Tab.1 The source test of the “water mist” of cigarette packet

序号	“水雾”载体	烘干前 质量/g	烘干后 质量/g	挥发物 质量/g
1	烟盒原纸板	5.9048	5.4890	0.4158
2	印后的盒坯	5.3621	4.7960	0.5661
3	20支裸烟打开铝箔纸	119.3015	118.8410	0.4605
4	20支裸烟用铝箔纸封闭	120.1752	119.9430	0.2322
5	无外层玻璃纸的烟包 (不封口)	24.8890	24.7430	0.1460
6	无外层玻璃纸的烟包 (封口)	24.9806	24.8790	0.1016

2) 通过在 UV 上光油中添加不同比例的防水雾剂和纳米微粒(文中采用的是纳米二氧化硅,平均粒径为 30 nm)制成 UV 上光油,搅拌均匀后上机打样

测试,研究两者对印刷面表面的平滑度与烟包表面的“水雾”面积的影响,找出它们的对应关系,确定合适的添加比例。印刷表面的平滑度值的测试方法参考 GB/T 456—2002 《纸和纸板平滑度的测定(别克法)》。因为在实际生产、交货过程中,采用产生的“水雾”的实际面积与烟盒总的表面积之比,即“水雾”面积所占总面积的百分比来判断“水雾”的大小,因此文中的“水雾”的面积采用网格尺测出的“水雾”的实际面积与烟盒总的表面积的百分比来表示。

3) 通过测定印刷品表面的平滑度值以及相对应的产生“水雾”的面积百分比,找到对应的规律,用普通的测试平滑度的方法创建一种新的“水雾”测试判定方法和确定值。

2 实验数据与分析

2.1 烟包“水雾”来源的测试

由表 1 测试数据中可知,第 1 组是直接将印刷前的烟盒原纸板盒坯在干燥后与干燥前对比求得质量的变化(在 105 ℃ 的温度下烘烤 10 min)。第 2 组是同样大小的烟盒原纸板盒坯印刷后,再测量在 105 ℃ 的温度下烘烤 10 min 后质量的变化(后面几组数据实验条件相同)。比较第 1 组和第 2 组可知,印刷前的烟盒原纸盒坯含有大量水分,且经过印刷后,仍有大量的挥发性物质产生,质量的增加应该来源于印刷后的墨膜中残留物的挥发。观察第 3 组与第 4 组发现,铝箔密封后的烟丝仍有一定量挥发物挥发出来,但量有所减少。第 6 组是将粘合成型后的烟盒所有切口全部密封后得到的数据,而第 5 组只是正常的将烟盒粘合成型,没有密封。比较第 5、6 组发现,第 5 组中的挥发物可能来自纸坯中、粘合剂、少量烟丝和印刷膜层中的挥发性物质,而第 6 组中将其封口后,烟包仍有 0.1 g 的挥发物溢出。说明第 6 组虽然纸板、粘合剂及烟丝的挥发物被封于盒内,但是纸板和印刷墨层中仍有含有大量的挥发性物质在加热条件下挥发出来。通过数据分析可知,在商业烟包中,纸板中的水、微量粘合剂及烟丝中的水可能是“水雾”的来源,而印刷品表面 UV 油墨膜层中存在更多的可挥发的物质,即 UV 油墨干燥后成交联的高分子体系,其挥发性的物质为未完全固化的残留物或者不稳定的高分子分解产物,它们在特定的温度下共同挥发出来,与上述的水汽共同构成了“水雾”。在外面再包一层 BOPP 膜后,当温度变化时,材料中的可挥发性物质就会立即气化形成雾气或冷凝,附着在薄膜的内表面,从微细的水珠进而扩展成具有浊度的雾状水膜,影响了烟包的图案外观。正是由于烟包印刷表面为高分子树脂,表面能相对小,透气性很低,不利于温度变化时体系中挥发出的混合气体扩散与流通,固吸附于顶层薄膜

上，构成“水雾”。

2.2 纳米 SiO₂的质量分数对“水雾”面积百分比和平滑度的影响

在上光油中添加纳米二氧化硅对“水雾”和平滑度的影响见图 1 及表 2。将不同比例的微粒制成的光油印刷后，将其制成烟盒并在 105 ℃ 的温度下烘烤 10 min 后，观察测量烟盒表面的“水雾”现象。从图 1 中可以看出，当纳米 SiO₂ 的质量分数为 0.05% 时，“水雾”面积百分比为 15%，而当纳米 SiO₂ 质量分数增加到为 0.1% 时，水雾面积百分比迅速降到 2%。当 SiO₂ 质量分数继续增加时，发现“水雾”基本消失，但随着固体颗粒比例增大，印刷品表面粗糙感增强，当 SiO₂ 的质量分数达到 0.25% 时，即平滑度为 8760 s 时，印刷品表面虽然没有水雾，但是表面光泽暗淡，有明显颗粒感。这是因为当体系加入少量纳米粒子，使印刷表面具有微量粗糙度，使“水雾”易扩散和铺展，从而使“水雾”面积下降，甚至消失，而且在一定程度上随着纳米粒子量的增加，粗糙度增加，“水雾”面积更小，效果更好。当粗糙度达一定值时就将影响整个印刷面的质量，这将不可取。

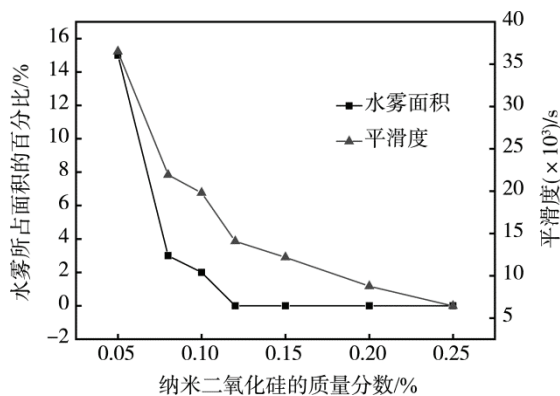


图 1 SiO₂ 的质量分数与“水雾”面积百分比和平滑度的关系
Fig.1 The influence of solid particles (SiO₂) on the water mist and smoothness

表 2 纳米 SiO₂ 用量与表面水雾面积和平滑度的关系
Tab.2 The relationship between the amount of SiO₂ and the surface water mist area and smoothness

序号	SiO ₂ 质量 分数/%	水雾面积 百分比/%	平滑 度/s	印品表现状态
1	0.05	15	36 500	有大面积水雾
2	0.08	3	21 900	有水雾
3	0.10	2	19 800	有微量水雾
4	0.15	0	14 070	无水雾，面平滑
5	0.20	0	12 180	无水雾，表面平滑
6	0.25	0	8760	无水雾，表面稍粗糙， 有颗粒感
7	0.30	0	6420	无水雾，表面粗糙， 有明显颗粒感

根据 Langmuir 理论，固体表面剩余力场自发吸附现象这是客观规律。故在两光滑平面之间，由于表面能差异，产生了分子之间的吸引力，根据分子间作用力的原则，当分子间的距离 $R=0.1\text{ nm}$ 时，引力等于斥力，分子间作用力等于 0；当分子间的距离 $R<0.1\text{ nm}$ 时，引力大于斥力，分子间表现为引力。尤其在热效应的影响下，产生的吸引力更强。基本呈真空状态，中间基本无缝隙，气体也就无法扩散与流通。正如烟包表面所处的状态一样。若将其中一个光滑平面稍微粗糙化，两平面间形成一定的缝隙，气体也就可以自由流通了。两平面之间吸附的“水雾”也就消除了。纳米微粒的表面存在高密度的缺陷，吸附性很强，可有效地吸附周围的水分，但纳米粒子加入过多会导致光油的体系粘度增大，不利于光油的印刷且会影响印刷品表面的光滑性和光泽度，不满足印刷质量的要求。

2.3 防水雾剂的质量分数对“水雾”面积百分比及平滑度的影响

在上光油中添加防水雾剂对“水雾”面积和印刷品的平滑度的影响见图 2 及表 3。将不同比例的防水雾剂加入上光油中，印刷后的制成烟盒成品在 105 ℃ 高温下烘烤 10 min 后，测得数据。分析可知，加入防“水雾”剂后，“水雾”面积逐渐下降，当防水雾剂的质量分数为 2% 时，水雾面积降到 1%，平滑度为 18 900 s，继续添加至 3% 时，水雾面积继续减少甚至消失，此时平滑度为 13 210 s。这是因为防“水雾”剂本身就是活性较高的表面活性剂，其结构通常含糖苷、多聚甘油脂肪酸酯、甘油脂肪酸酯、山梨醇酐脂肪酸酯、硬脂酸甘油脂肪酸酯等。表面富含多羟基，具有良好的表面活性，对水的吸附性很强^[12—13]，可以和体系内的水成分结合，限定水汽不要升腾到薄膜的内表面上来。同时也显示在加入到 3% 后，其“水雾”面积百分比才降到 0，但实验过程中，结果并不稳定。

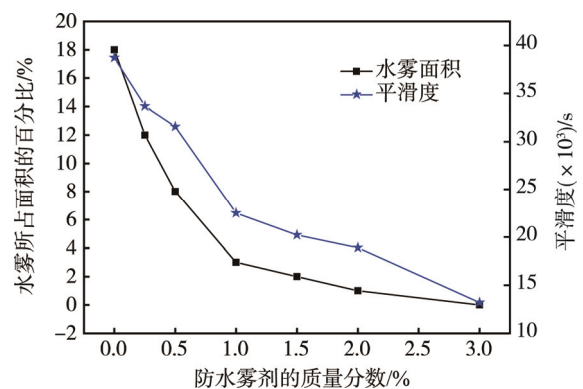


图 2 防水雾剂的质量分数与“水雾”面积百分比和平滑度值的关系

Fig.2 The amount of Waterproofing agent vs. the area of mist and smoothness

表 3 防水雾剂的质量分数与表面水雾面积和平滑度的关系

Tab.3 The relationship between the mass fraction of anti-mist agent and the surface mist area and smoothness

序 号	防水雾剂质 量分数/%	水雾面积 百分比/%	平滑 度/s	印品外观状态
1	0.00	18	38 710	水雾较多, 图案不清晰
2	0.25	12	33 670	水雾稍多, 图案不够清晰
3	0.50	8	31 550	有些水雾, 表面有小片水雾
4	1.00	3	22 510	水雾较少, 表面 星星点点水雾
5	1.50	2	20 220	水雾很少, 表面 局部有微量水雾
6	2.00	1	18 900	有微量水雾, 表面 有极个别水雾星点
7	3.00	0	13 210	无水雾表面干爽, 图案清晰美观

2.4 SiO₂与防水雾剂的协同作用

由表 2 可以看出, 当 SiO₂ 的质量分数在 0.10% ~ 0.20% 时, 烟包表面水雾面积少于 3%, 表面平滑。为保证烟包不出现水雾, 且使其表面平滑, 探究防水雾剂与纳米二氧化硅的协同作用。通过图 2 可以看出防水雾剂的质量分数为 0 ~ 0.5% 时其对降低烟包表面“水雾”面积有明显的效果, 因此通过纳米二氧化硅和防水雾剂的协同实验来进一步确认纳米二氧化硅和防水雾剂的最佳质量分数。实验中选择纳米 SiO₂ 的质量分数分别为 0.10%, 0.15% (此点为临界点), 然后添加少量的防水雾剂, 观察防水雾效果, 结果见表 4。

由表 2—3 可知, 纳米二氧化硅和防水雾剂对烟盒表面的“水雾”面积都会有影响, 单独添加纳米二氧化硅时, 当其质量分数在 0.1% 左右时, 即可使“水雾”面积缩小至 2%, 而单独添加防水雾剂时则需要加至质量分数为 1.5%, 水雾面积才可缩小到 2%, 因此探索同时加入 2 种材料, 发挥其物理与化学的协同效应, 以求产生的最佳效果。采用前面试验中 SiO₂ 的最佳比例: 质量分数分别为 0.1% 和 0.15%, 此时水雾面积较少且对光油体系影响不大, 印刷品光泽度变化不明显, 然后添加适量防水雾剂比较两者的协同作用对“水雾”和平滑度的影响, 结果见表 4 第 5 组。当 SiO₂ 质量分数为 0.1% 时, 防水雾剂的质量分数添加至 0.5%, “水雾”面积降到了 1%, 平滑度为 16 520 s。当 SiO₂ 质量分数为 0.15%, 防水雾剂质量分数为 0.15% 时, 见表 4 第 7 组, “水雾”已完全消失, 平滑度为 13 820 s。由此得出, 当体系中纳米固体微粒与防水雾剂共同使用时, 纳米固体颗粒质量分数为 0.15%, 防水雾剂质量分数为 0.15% 时, 其用量最少, 且防水雾效果最好, 物理与化学协同效应更为有

效。由于防水雾剂本身就是活性较高的表面活性剂, 具有两亲性, 对水的吸附性很强, 故可以锁定烟包体系内的水分。同时其与体系内的纳米微粒相作用, 使其微粒得到分散, 两者结合起来充分发挥协同作用, 体系不光突出微粒质点的特性, 还构架了质点与网络交织相吸的整体结构, 以及固体颗粒导致的印刷面的微粗糙度, 使“水雾”得到扩散和流通。为消除烟包内的“水雾”奠定了必需和充分的条件。

表 4 纳米二氧化硅与防水雾剂共同加入后与“水雾”面积百分比的关系

Tab.4 The relationship with the “water mist” area percentage after the nano-SiO₂ was added with the anti-mist agent

序 号	SiO ₂ 质 量分数/%	防水雾剂质 量分数/%	水雾面积 百分比/%	印品表 面状态	表面平 滑度/s
1	0.10	0.10	2	平滑亮丽	20 200
2	0.10	0.15	2	平滑亮丽	19 900
3	0.10	0.20	2	平滑亮丽	19 000
4	0.10	0.25	1	平滑亮丽	18 300
5	0.10	0.50	1	平滑亮丽	16 520
6	0.15	0.10	1	平滑亮丽	15 020
7	0.15	0.15	0	平滑亮丽	13 820
8	0.15	0.20	0	平滑亮丽	12 900
9	0.15	0.25	0	平滑亮丽	11 800
10	0.15	0.50	0	平滑亮丽	10 760

根据图 1—2 和表 4 中测试的“水雾”面积与平滑度值的数据, 最终得出了“水雾”面积与平滑度值之间的关系, 见图 3。当平滑度在 15 000 s 以上时, “水雾”出现, 且随着平滑度值的增加, “水雾”面积急剧增大; 当平滑度在 15 000 s 以下时, “水雾”面积在 1% 以下, 且比较稳定, 而此时满足生产对“水雾”的要求, 但是远低于 8000 s 时, 印刷品的表面粗糙感明显, 光泽度下降严重。因此认为当印刷品表面平滑度为 8000 ~ 14 000 s 时 (加了保险系数后的值) 即可满足印刷面的干爽和图像的清晰, 又杜绝了“水雾”的出现。此时

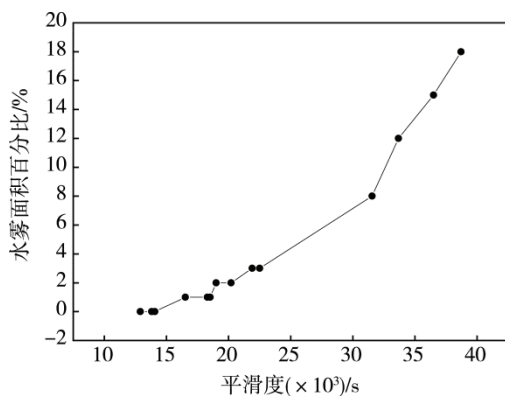


图 3 表面平滑度与“水雾”面积百分比的关系
Fig.3 The relationship between surface smoothness and “water mist” area percentage

对应的最佳 SiO_2 的质量分数为 0.15%, 防水雾剂的质量分数为 0.15%, 由此用最普通的测试方法, 找出了“水雾”面积与平滑度值之间的对应规律, 创建了烟包水雾的测试判定方法及确定值。

2.5 防水雾光油的体系配置

在普通光油的基础上, 根据消除“水雾”的原理进行了体系的创新, 用排除法筛选出最佳的材料与配比, 选定了组合式树脂和组合式引发剂, 选择了合适的稀释剂、分散剂、消泡剂、流平剂等助剂, 其中主要通过加入纳米微粒和防水雾助剂的协同效应来消除“水雾”。通过上机印刷打样表明, 防“水雾”光油体系配置达到了预期的目标, 有效地消除了烟包的“水雾”。光源 D65 下观察有和无“水雾”时的样品见图 4。图 4a 为有“水雾”产生时的样品状态, 烟盒表面光泽暗淡, 明亮不均。图 4b 为实验后的样品, 表面光泽度高, 精美亮丽。该研究实验数据充分证明了该方法的有效性, 为企业生产提供有力的数据支持和技术帮助。



a 有“水雾”



b 无“水雾”

图4 有和无“水雾”时的样品烟盒样品
Fig.4 The cigarette packet samples with and without “water mist”

3 结语

实验研究表明, 有效消除“水雾”的办法有: 可用添加纳米微粒的方法改变印刷墨层的微量粗糙度, 可使水汽及混合挥发气体在其表面扩散和流通; 并利用微粒(纳米 SiO_2)上的活性基团和大密度缺陷形成对水的吸收, 以防止水汽向上蒸腾吸附于顶膜; 体系中加入防水雾剂, 充分利用其结构特有的活性基团和所具有的两亲性, 将体系的各种不同成分吸引分散, 并将水汽锁住, 以防“水雾”的产生; 将上述 2 种方法结

合, 发挥物理与化学的协同作用, 2 类物质用量均可相对合理减少, 使体系构架为一个交织相吸的网络, 这样就形成了体系内既有微粒构成的微量粗糙度, 又具有了吸收水汽的功能, 避免了单独使用量大所造成的印刷图案的光滑明亮度不达标的弊病, 这样就能有效确切地消除“水雾”。

通过找出印刷面平滑度与“水雾”面积的对应关系, 可直接用印刷品表面平滑度测试值有效地判定“水雾”是否出现。当表面平滑度高于 14 000 s 时, “水雾”就将出现; 当其值为 8000 ~ 14 000 s 时, 既可满足印刷面干爽和图像清晰的要求, 又可防止“水雾”的出现。防“水雾”光油体系中经实验证明, 采用混合协同作用制备光油效果最佳, 可以将助剂用量减少, 即纳米微粒的质量分数为 0.15%, 防水雾剂的质量分数为 0.15% 时为最佳。

参考文献:

- [1] 杜政昆. 卷烟包装“水雾”原因解析及对策研究[J]. 中国烟草学会工业专业委员会 2008 年学术研讨会论文集, 2008(1): 253—254.
DU Zheng-kun. Analysis of the Causes of "Water Mist" in Cigarette Packaging and the Countermeasures[J]. China Tobacco Industry Professional Committee Proceedings of the 2008 Symposium, 2008(1): 253—254.
- [2] 刘家聚. 印品表面上光后雾状的成因与处理方法[J]. 今日印刷, 2005, 8(1): 30—32.
LIU Jia-ju. The Causes and Treatment Methods of Fogging on the Surface of Printed Matter[J]. Print Today, 2005, 8(1): 30—32.
- [3] 汤德芳, 李海峰, 杜芳琪, 等. 包装盒“水雾”研究与改进控制[J]. 包装工程, 2014, 35(13): 76—80.
TANG De-fang, LI Hai-feng, DU Fang-qi, et al. Study and Control Improvement on the "Mist" of Packaging Box[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(13): 76—80.
- [4] 官燕燕, 叶义成. 热收缩膜包装密封工艺对印刷品表面形成“水雾”现象的影响[J]. 包装学报, 2016, 8(4): 45—49.
GUAN Yan-yan, YE Yi-cheng. Effect of Shrink Packaging Sealing Technology on Formation of "Water Mist" on Surface of Printing Products[J]. Packaging Journal, 2016, 8(4): 45—49.
- [5] 冯树铭. 可热封聚酯薄膜(热封型 PET)在香烟包装上的应用探讨[J]. 中国包装工业, 2009(1/2): 53—54.
FENG Shu-ming. Apply and Analysis on the Heat-Sealable Polyester Film(Heat Sealing Type PET) of Cigarette Packaging[J]. China Packaging Industry, 2009(1/2): 53—54.
- [6] 尹麟, 曹俊志, 张建平, 等. “防水雾”光油: 中国, 200910108627.8[P]. 2009-07-14.
YIN Lin, CAO Jun-zhi, ZHANG Jian-ping, et al. Waterproof Mist Light Oil: China, 200910108627.8[P]. 2009-07-14.

- [7] 郭紫明, 李艳春, 董道竹, 等. 卷烟包装材料中残留的挥发性有机物[J]. 烟草科技, 2007(2): 35—37.
GUO Zi-ming, LI Yan-chun, DONG Dao-zhu. Volatile Organic Compounds Remaining in Cigarette Packaging Materials[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(2): 35—37.
- [8] 郑相名, 袁木养, 何一庭, 等. 纳米二氧化钛薄膜防雾防水性质及其应用[J]. 科技创新导报, 2010(33): 126.
ZHENG Xiang-ming, YUAN Mu-yang, HE Yi-ting, et al. Antifogging Properties and Application of Nanotitanium Dioxide Film[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2010(33): 126.
- [9] 陈晓勇. 塑料薄膜雾度及其控制的研究进展[J]. 化学推进剂与高分子材料, 2010, 8(2): 27—32.
CHEN Xiao-yong. Research Progress on Haze of Plastics Film and Its Control[J]. Chemical Propellants & Polymeric Materials, 2010, 8(2): 27—32.
- [10] 孔卫东, 王延龙. PE 无滴棚膜及其防雾滴效果的研究[J]. 塑料科技, 1996(1): 13—14.
KONG Wei-dong, WANG Yan-long. Study on the Effect of PE Drip-free Film and Its Anti-droplet[J]. Plastics Science and Technology, 1996(1): 13—14.
- [11] 万红梅, 陈萍华, 蒋华麟, 等. 塑料防雾剂的研究进展[J]. 江西化工, 2009, 12(4): 5—8.
WAN Hong-mei, CHEN Ping-hua, JIANG Hua-lin, et al. Research Progress of Plastic Antifogging Agent[J]. Jiangxi Chemical Industry, 2009, 12(4): 5—8.
- [12] 窦莹, 周立国, 窦平. 甘油酯防雾剂的研究[J]. 塑料科技, 2008, 12(36): 76—78.
DOU Ying, ZHOU Li-guo, DOU Ping. Study on Glyceride Antifogging Agent[J]. Plastics Science and Technology, 2008, 12(36): 76—78.
- [13] 沙鹏宇, 刘岩, 谢雷, 等. 亲水性有机硅杂化防雾涂料的制备及性能[J]. 高等学校化学学报, 2007, 28(11): 2205—2209.
SHA Peng-yu, LIU Yan, XIE Lei, et al. Preparation and Properties of Hydrophilic DEA/Organosilane Hybrid Antifogging Coating[J]. Chemical Journal of Chinese Universities, 2007, 28(11): 2205—2209.
- [14] 陆桂娜, 李树材. 无机纳米粉体改性聚乙烯防雾滴膜[J]. 合成树脂及塑料, 2004, 21(3): 51—53.
LU Gui-na, LI Shu-cai. Study on Anti-fog Films of Polyethylene Modified with Inorganic Nano-powders[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2004, 21(3): 51—53.
- [15] WANG J, ZHOU L, ZHANG W. Study on Research Status and Development of Antidripping and Antifogging Agent of Agricultural Polyethylene Greenhouse Film[J]. Applied Chemical Industry, 2008, 37(1): 97—100.
- [16] 涂志刚, 张莉琼, 蒋建平, 等. BOPP 薄膜光学性能的时效性及影响因素[J]. 塑料科技, 2010(6): 58—61.
TU Zhi-gang, ZHANG Li-qiong, JIANG Jian-ping. Study on Time-effectiveness and Influence Factors of Optical Properties of BOPP film[J]. Plastics Science and Technology, 2010(6): 58—61.