

一种新型疏水防潮包装纸板及其性能的研究

夏新干¹, 董最红², 张新昌¹

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 浙江最红控股集团, 杭州 311265)

摘要: 制备了具有绿色环保特点的聚乳酸(PLA)溶液涂覆的疏水防潮纸板(原纸和箱板纸),并研究了其性能。结果表明:涂覆后,纸板的表面更加光滑,疏水防潮性能也有所提高;根据所使用聚乳酸溶液的质量浓度的不同,纸板水分吸附率的降低程度也不尽相同,在1~3 g/mL内,质量浓度越高,水分吸附率下降得越多,拉伸强度也随之增强。

关键词: 疏水防潮; 原纸; 箱板纸; 聚乳酸

中图分类号: TB485.5; TB484.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2010)23-0013-04

Study on a New Type of Hydrophobic and Moisture Proof Packaging Board and Its Performance

XIA Xin-gan¹, DONG Zui-hong², ZHANG Xin-chang¹

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Zhejiang Zuihong Holding Group, Hangzhou 311265, China)

Abstract: Hydrophobic and moisture proof board (base paper and case board) coated with polylactic acid (PLA) solution with green environmental protection characteristics was prepared, and its performance was researched. The results show that the surface of board after coating, and its hydrophobic and moisture proof performance is also somewhat improved. According to the difference in mass concentration of polylactic acid solution that is used, the decrease extent of moisture adsorption rate of board is not entirely the same. Within the range of 1~3 g/mL, the higher the mass concentration is, the greater the decrease in water adsorption rate is, and the tensile strength is increased with that.

Key words: hydrophobic and moisture proof; base paper; case board; polylactic acid

箱纸板和瓦楞原纸是制造瓦楞纸板的基础材料,瓦楞纸板已成为现代包装中使用最广泛的材料之一,瓦楞纸箱产值占包装工业制品总产值的30%以上^[1]。

瓦楞纸板由箱板纸和瓦楞芯纸(原纸)组成,这种结构能承受较高强度的载荷。但是,纸板的主要成分为纤维素和半纤维素,其亲水性强,易从周围环境中吸收水分,尤其是在高湿度条件下或者是与高水分食品材料(如新鲜的农产品)接触时。纸板的强度主要取决于纤维素分子之间的氢键连接,而氢键对水极其敏感,吸收水分后,氢键将迅速减少,使得纸板的物理和机械强度下降,从而导致在贮藏和流通过程中纸箱强度下降甚至破损^[2]。因而,提高纸板的疏水防潮性能对提高纸板强度、提高包装质量显得

尤为重要。

改善固体表面的疏水防潮性能可以通过2种途径:改变材料表面的粗糙度和表面形态;在具有一定粗糙度的表面上涂覆低表面能的物质^[3]。

常用的低表面能材料^[4]有:含氟聚合物材料;硅树脂及其改性树脂;其他材料。除了氟、硅材料外,其他的一些材料也可以用来制备疏水防潮涂层,如聚烯烃、聚碳酸酯、聚酰胺、聚酯、熔融石蜡以及一些无机物等。

聚乳酸(PLA),也称聚丙交酯,是一种新型的具有疏水防潮性和良好的成膜性的涂覆材料。它是一种生物降解的高分子材料,使用可再生的植物资源(如玉米)所提出的淀粉原料制成。聚乳酸使用后能被自然界微生物完全降解,最终生成二氧化碳和水,

收稿日期: 2010-09-14

作者简介: 夏新干(1985-),女,江苏盐城人,江南大学硕士生,主攻包装材料与结构。

不污染环境。有关聚乳酸的合成、改性及应用已有研究^[5-7]。PLA 有 3 种立体构型: 聚左旋乳酸 (PLLA)、聚右旋乳酸 (PDLA)、聚消旋乳酸 (PDLLA)。PLLA 和 PDLA 是光学活性的有规立构聚合物, 工业上普遍使用的是 PLLA, 而 PDLLA 为无定形非晶态材料, 无固定熔点, 适用于制作薄膜, 所以, 笔者以 PLLA 作为涂覆剂制备聚乳酸溶液涂覆纸板, 并研究其疏水防潮性能。

1 试样制备

疏水防潮纸板是在纸板的表面涂覆一层均匀的防潮涂层, 从而使纸板避免受潮。其技术关键是涂层溶液的配方及浓度控制。瓦楞纸板由箱板纸、瓦楞原纸和以原纸制成的芯纸组成, 分别对箱板纸和原纸的疏水防潮性进行研究。

1.1 材料

配方溶质: 左旋聚乳酸 (PLLA), 相对分子质量 10 万, 济南岱罡生物科技有限公司生产。溶剂: 二氯甲烷 (CH_2Cl_2), 分析纯 AR, 相对分子质量 84.93, 国药集团化学试剂有限公司。瓦楞原纸: 定量 140 g/m^2 , 无锡荣成纸业。箱板纸: 定量 200 g/m^2 , 江苏理文纸业。

1.2 方法

聚乳酸颗粒不溶于水, 可溶于氯仿、二氯甲烷、丙酮等有机溶剂, 经过对比试验, 选用二氯甲烷作为溶剂。

1) 聚乳酸颗粒的干燥。使用 $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 真空干燥箱干燥 24 h。

2) 制备溶液。在 100 mL 二氯甲烷中分别溶解 1 ~ 3 g 聚乳酸, 从而完成聚乳酸涂覆液的准备工作。聚乳酸会在几个小时内完全溶解, 时间的长短取决于聚乳酸的浓度。在低质量浓度条件下, 比如 1 g/mL 或 2 g/mL 时, 聚乳酸很容易溶解, 最终形成能够流动的液体。但是, 如果聚乳酸的质量浓度超过 3 g/mL , 聚乳酸的溶解时间会增加。

3) 涂覆。涂覆过程采用的是手工涂布刮刀, 最低涂覆厚度为 $30 \text{ }\mu\text{m}$ 。纸板边缘用粘胶胶带将其固定在一块平坦的玻璃板上, 以防止在涂覆过程中纸板起皱。在预纸板上加载一匙的聚乳酸溶液, 采用涂布刮刀使其在纸板上涂抹散开。

4) 干燥。自然通风干燥。

2 试验与结果

2.1 试样预处理

将涂覆和未涂覆的纸板试样裁切成 $70 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$ 和 $250 \text{ mm} \times (15 \pm 0.1) \text{ mm}$ 大小, 在温度为 $23 \text{ }^\circ\text{C}$, 相对湿度为 50% 的恒温恒湿箱放置 48 h。

2.2 试验状态

用型号为 Quantar 200 的扫描电子显微镜观察纸板试样, 原纸和箱板纸涂覆前后表面结构分别见图 1 和 2。

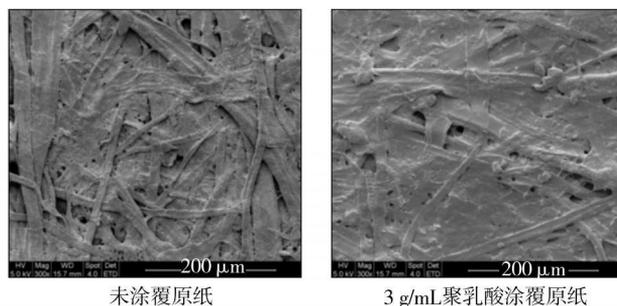


图 1 原纸涂覆前后光学电镜图

Fig. 1 Electron micrograph of base paper before and after coating

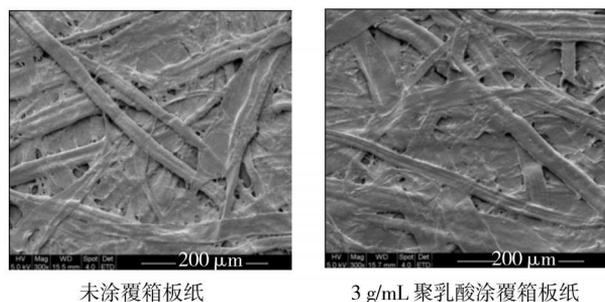


图 2 箱板纸涂覆前后光学电镜图

Fig. 2 Electron micrograph of case board before and after coating

由图 1、图 2 均可看出, 不论原纸还是箱板纸, 涂覆后纸板表面由聚乳酸涂层填补了纤维间的空缺, 使得涂覆纸板的表面较未涂纸板表面更光滑; 其中, 瓦楞原纸的原始状态比较粗糙, 涂覆以后明显变得平整、光滑。肉眼可以看出涂覆后纸板试样光泽度也有提高, 这在一定程度上改善了原纸的外观缺陷。

2.3 水分吸附率的测定

采用 Han 和 Krochta^[8] 描述的方法测定未涂覆和涂覆纸板试样的水分吸附率。将预制试样 ($7 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$) 的涂覆面置于试验台上。在纸板表面喷洒 5

mL 水, 将其置于温度为 (20 ± 2) °C 环境中, 使得在一定时间内水分充分吸收。吸收了 2 min 后, 将纸板表面多余的水分用纸巾擦干净。为了消除边缘效应, 将纸板裁切成 $2.54 \text{ cm} \times 2.54 \text{ cm}$ 大小。纸板的水分吸附率可由下式计算:

$$\text{吸附率} = (m_2 - m_1) / S$$

其中: m_1 和 m_2 分别表示纸板吸收水分前后的质量; S 是试样的表面积。试验后, 涂覆和未涂原纸的水分吸附率见表 1, 涂覆和未涂箱板纸的水分吸附率见表 2。

表 1 瓦楞原纸涂覆前后的水分吸附率

Tab. 1 Water absorption rate of corrugating medium before and after coating

原纸	m_1 / g	m_2 / g	水分吸附率 $/(\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$
未涂覆	0.712	1.216	102.857
涂覆 1 g/mL PLA	0.719	0.885	33.877
涂覆 2 g/mL PLA	0.723	0.815	18.775
涂覆 3 g/mL PLA	0.729	0.791	12.653

表 2 箱板纸涂覆前后的水分吸附率

Tab. 2 Water absorption rate of case board before and after coating

原纸	m_1 / g	m_2 / g	水分吸附率 $/(\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$
未涂覆	0.978	1.389	83.877
涂覆 1 g/mL PLA	0.984	1.138	31.428
涂覆 2 g/mL PLA	0.987	1.118	26.734
涂覆 3 g/mL PLA	0.988	1.068	16.326

水分吸附率是纸板疏水防潮性能的基本指标, 直接说明了纸板与水接触后吸收水分的多少。由表 1 和 2 可以看出, 未涂原纸的水分吸附率是涂覆原纸的 8.13 倍, 而未涂箱板纸的水分吸附率是涂覆箱板纸的 5.14 倍。这也说明, 瓦楞原纸涂覆前后的表面状态差异较大, 涂覆以后的疏水防潮性也提高较多。

2.4 抗张强度及断裂伸长率的测定

1) 试验测定。采用 LRXPlus 电子材料试验机, 在相对湿度为 50%, 温度为 23 °C 的大气条件下进行。首先测量装置、记录装置较准零位, 将夹头距离调整为 180 mm, 将试样夹在夹头上, 保证试样摆正并夹紧, 不留任何可察觉的松弛, 且试样平行于所施加的张力方向。采用恒速拉伸法开始试验, 拉伸速率为

20 mm/min。记录开始试验直至试样断裂时所施加的最大抗张力, 并记录断裂时的伸长量。

2) 试验结果。未涂原纸和涂覆原纸的横向、纵向拉伸结果见表 3 和 4。未涂箱板纸和涂覆箱板纸的横向、纵向拉伸结果见表 5 和 6。

表 3 瓦楞原纸和涂覆瓦楞原纸的横向拉伸强度

Tab. 3 Transverse tensile strength of corrugating medium and coated corrugating medium

原纸	最大抗张力 $/ \text{N}$	断裂伸长量 $/ \text{mm}$	断裂伸长率 $/ \%$
未涂覆	33.597	5.82	32.33
涂覆 1 g/mL PLA	34.043	5.93	33.94
涂覆 2 g/mL PLA	34.286	6.15	34.17
涂覆 3 g/mL PLA	36.301	7.50	41.67

表 4 瓦楞原纸和涂覆瓦楞原纸的纵向拉伸强度

Tab. 4 Longitudinal tensile strength of corrugating medium and coated corrugating medium

原纸	最大抗张力 $/ \text{N}$	断裂伸长量 $/ \text{mm}$	断裂伸长率 $/ \%$
未涂覆	86.610	3.25	18.06
涂覆 1 g/mL PLA	88.687	4.04	22.44
涂覆 2 g/mL PLA	94.239	4.38	24.33
涂覆 3 g/mL PLA	98.260	4.47	24.83

表 5 箱板纸和涂覆箱板纸的横向拉伸强度

Tab. 5 Transverse tensile strength of case board and coated case board

原纸	最大抗张力 $/ \text{N}$	断裂伸长量 $/ \text{mm}$	断裂伸长率 $/ \%$
未涂覆	77.695	7.82	43.44
涂覆 1 g/mL PLA	78.067	8.35	46.39
涂覆 2 g/mL PLA	81.931	9.03	50.17
涂覆 3 g/mL PLA	84.336	9.42	52.33

表 6 箱板纸和涂覆箱板纸的纵向拉伸强度

Tab. 6 Longitudinal tensile strength of case board and coated case board

原纸	最大抗张力 $/ \text{N}$	断裂伸长量 $/ \text{mm}$	断裂伸长率 $/ \%$
未涂覆	157.083	4.20	23.33
涂覆 1 g/mL PLA	159.298	5.04	28.00
涂覆 2 g/mL PLA	162.887	5.09	28.28
涂覆 3 g/mL PLA	165.034	5.25	29.17

拉伸强度是纸板力学性能的一项重要指标,它直接说明了纸板的抗拉能力的强弱。由表 3-6 可以看出,不论原纸还是箱板纸,涂覆后的横向、纵向拉伸强度较未涂覆纸板均有提高,且随着涂覆质量浓度的增加,拉伸强度也随之增加。

3 结论

1) 聚乳酸涂覆后的原纸表面平滑,视觉光泽效果良好,这说明聚乳酸在纸板表面形成了一层均匀的薄膜,而箱板纸表面肉眼看不出明显的变化。

2) 涂覆聚乳酸溶液以后,原纸和箱板纸的水分吸附率,与未涂覆纸板相比都有明显减少,其中瓦楞原纸的水分吸附率更是降低 8 倍之多。

3) 涂覆聚乳酸溶液以后,原纸和箱板纸的拉伸强度和断裂伸长率,与未涂覆纸板相比有所增加。

初步的研究表明,一定质量浓度的聚乳酸溶液是一种良好的绿色环保纸张疏水防潮剂。接下来,尚需进一步研究聚乳酸涂覆纸板的工艺过程以及成本问题,以使其满足实际生产需要。

(上接第 9 页)

3 结语

试验结果表明,厚度对蜂窝纸板的压缩性能的影响为:在 10~25 mm 区间内随厚度的增加呈现上升趋势;在 25~30 mm 区间内随厚度的增加呈现下降趋势;在 30~50 mm 区间内随厚度的增加呈现上升趋势。孔径对蜂窝纸板的压缩性能的影响:在 6~12 mm 区间内随孔径的增加呈现下降趋势;在 12~14.5 mm 区间内随孔径的增加变化不大。定量对蜂窝纸板的压缩性能的影响:在 127~180 g/m² 区间内随定量的增加呈现持续上升趋势。通过厚度、孔径、纸芯定量对临界应力和临界应变的影响趋势可以预估其他不同尺寸的蜂窝纸板的临界应力与临界应变,为缓冲设计提供依据。

蜂窝纸板除厚度、孔径尺寸和纸芯定量影响因素外,其强度还受到粘合剂、湿度(含水量)等因素的影响。笔者只考虑了决定蜂窝纸板力学性质的结构和

参考文献:

- [1] 高德,刘壮,董静,等.瓦楞纸板包装材料的性能及其发展前景[J].包装工程,2005,26(1):1-4.
- [2] 张红杰,陈夫山,胡惠仁.纸张增湿强树脂的机理性探讨[J].西南造纸,2003(1):30-32.
- [3] 田辉,杨泰生,陈玉清.疏水理论研究进展[J].山东陶瓷,2008,31(3):8-13.
- [4] 徐蕊,马英子,肖新颜.仿生疏水涂层材料研究新进展[J].化工新型材料,2009,37(12):1-4.
- [5] 程蓉,钱欣.聚乳酸的改性及应用进展[J].化工进展,2002,21(11):824-826.
- [6] 汪朝阳,赵耀明.生物降解材料聚乳酸合成史略[J].化学通报,2003,48(9):641-645.
- [7] 姚军燕,杨青芳,马强.生物高分子材料聚乳酸的改性研究进展[J].高分子材料科学与工程,2004,20(4):28-32.
- [8] HAN J H, KROCHTA J M. Wetting Properties and Water Vapor Permeability of Whey protein coated Paper [J]. TAPSAE, 1999, 42: 1375-1382.

原纸定量因素,其他影响因素还有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 王兴业,杨孚标.夹层结构复合材料设计原理及其应用[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [2] 郭彦峰,张景绘.蜂窝纸板及其缓冲衬垫缓冲特性研究[J].包装工程,2002,23(5):110-112.
- [3] 郭彦峰,许文才.蜂窝纸板缓冲性能的实验研究[J].包装工程,1999,20(2):12-15.
- [4] 王梅.蜂窝纸板缓冲性能的研究及应用[J].包装工程,2000,21(4):5-9.
- [5] 王冬梅.蜂窝纸板压缩破坏机理研究[J].包装工程,2006,27(1):37-39.
- [6] 王冬梅.纸蜂窝压缩临界应力经验评估[J].包装工程,2007,28(8):14-15.
- [7] 张改梅.蜂窝纸板缓冲性能的研究[J].包装工程,2001,22(5):7-9.
- [8] 辛成龙,郭彦峰.蜂窝纸板静态缓冲特性的实验研究与分析[J].包装工程,2008,29(1):56-58.