

DOI:10.13364/j.issn.1672-6510.20150069

二次涂布对石油包装特种纸板性能的影响

高立敏, 高玉杰, 袁晓娇, 王 伟

(天津市制浆造纸重点实验室, 天津科技大学造纸学院, 天津 300457)

摘 要: 研究了以不同固含量的 A 号涂布剂为底涂原料, 以 23% 固含量的阳离子聚丙烯酸酯作为面涂原料对牛皮卡纸进行二次涂布, 观察其对石油包装特种纸板抗水抗油性能及强度性能的影响。结果表明: 随着 A 涂布剂固含量的增加, 纸板的抗水性能和抗油性能逐渐增加; 纸板的强度性能除横向抗张强度无明显变化、纵向撕裂度有所减小外, 其他强度性能都逐渐增加。当 A 号涂布剂的固含量为 30% 时, 石油包装特种纸板的各项性能较好, 可以满足石油包装纸板的性能要求。

关键词: 石油包装特种纸板; 抗水性能; 抗油性能; 防油剂; 阳离子中性聚丙烯酸酯

中图分类号: TS764.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6510(2016)01-0060-04

Effects of Double Coating on the Properties of Special Paperboard for Petroleum Packaging

GAO Limin, GAO Yujie, YUAN Xiaojiao, WANG Wei

(Tianjin Key Laboratory of Pulp and Paper, College of Papermaking Science and Technology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: The effect of double coating of the oil packaging paperboard on the water-oil resistance properties and strength properties were studied when coated with different solid content of coating agent A as pre-coating material and the cationic polyacrylic ester neutral as the top coating material. The results indicate that the water-oil resistance, the ring crush strength of vertical and horizontal, and the longitudinal tensile strength of the paperboard all increased with increase of the solid content of coating agent A, but the transverse tensile strength did not change dramatically, and the longitudinal tear index decreased gradually. The special oil packaging paperboard has better performance when the solid content of coating agent A is 30%, which can meet the demands for oil packaging.

Key words: oil packaging paperboard; water resistance; oil resistance; oil-proof agent; cationic neutral polyacrylic ester

石油的生产、运输、加工以及价格波动等对与石油相关的工业和广大人民群众的生活等诸方面均有重大的影响。长期以来, 国际石油运输多采用铁质油桶, 从国外进口石油要用国外的油桶, 当把石油运回国后还要将空油桶运回国外^[1-2]。铁质油桶比较笨重、不可折叠、不可压缩、体积庞大, 所以这种包装运输模式浪费了太多的空间资源, 大大地增加了运输成本^[3-4]。因此, 寻求一种价格低廉的新型石油运输包装材料是降低石油运输成本的需要。纸制品作为包装材料具有可回收、污染小、可折叠、成本低等优点^[5], 如果能用纸质油桶代替铁质油桶, 将纸质油桶有效地

应用于石油包装中, 必定能够促进造纸工业和石油工业的进一步发展。目前, 国内外对纸制品石油运输包装方面的研究还很不成熟, 具有良好抗水抗油性能和良好力学性能的纸板再经过良好设计而制作成纸桶或纸箱等用于包装石油等油类产品, 将大幅度降低石油储运成本, 对国民经济和石油储运行业的发展具有非常重大的现实意义。

本文对石油包装特种纸板的研制进行了初步探索。针对石油对纸制品包装材料浸透性较强及储运要求高的特点, 选用优质本色纸板, 采用表面二次涂布的方法改善纸板性能, 使其具备必要的抗油性能和抗

收稿日期: 2015-06-04; 修回日期: 2015-07-07

作者简介: 高立敏 (1990—), 女, 山东人, 硕士研究生; 通信作者: 高玉杰, 教授, yujie@tust.edu.cn.

水性能, 达到石油包装特种纸板的抗水抗油性能要求。

1 材料与方法

1.1 实验原料

牛皮卡纸, 青岛盛丰纸业有限公司; 涂布剂 A, 改性丁苯胶乳, 固含量为 50.43%; 阳离子聚丙烯酸酯(代号 Y), 天津市合成材料工业研究所; 甲苯、正庚烷, 分析纯, 天津市化学试剂一厂; 蓖麻油, 分析纯, 国药集团化学试剂有限公司。

1.2 实验仪器

钢丝刮棒涂布器, 英国 RK 公司; ZZ-100 型纸张 Cobb 值测定仪, 长春市纸张试验机厂; DCP-KY3000 型纸张环压测定仪, 四川长江造纸仪器有限公司; SE009 型纸张撕裂度测定仪、969920 型耐破度测定仪、969921 型抗张强度测定仪, 瑞典 L & W 公司; JSM-6380LV 型扫描电子显微镜, 日本电子株式会社; DGG-101-1BS 型电热鼓风干燥箱, 上海一恒科学仪器有限公司。

1.3 实验方法

1.3.1 涂布剂的制备

将涂布剂 A 分别用水稀释到固含量为 10%、20%、30%、40% 和 50% 进行涂布; 阳离子聚丙烯酸酯可直接用于涂布。

1.3.2 涂布实验

用钢丝刮棒涂布器在原纸表面进行涂布, 使用涂布剂 A 进行底涂, 阳离子聚丙烯酸酯进行面涂。涂布后立即将其放入 95 ℃ 的鼓风干燥箱内干燥 60 s。干燥后的涂布纸板经压光后放入恒温恒湿标准实验室(温度 (23 ± 1) ℃, 湿度 $(50 \pm 2)\%$) 中平衡处理 24 h 后备用。

1.4 纸板性能的检测方法

1.4.1 纸板抗水性能

纸板 Cobb 值的测定采用 Cobb 值测定仪, 按照 GB/T 1540—2002《纸和纸板吸水性的测定·可勃法》进行, 测试时间 120 s。

$$C = (m_2 - m_1) \times 100 \quad (1)$$

式中: C 为 Cobb 值, g/m^2 ; m_2 为吸水后试样的质量, g; m_1 为吸水前试样的质量, g。

1.4.2 纸板抗油性能

纸板的抗油性能用纸板的防油级别表示, 按照 TAPPI T559 Oil Kit Test 测定纸板防油级别^[6]。

防油级别的判定: 用一系列不同体积比的蓖麻油、甲苯和正庚烷配制 12 种不同等级的标准测试液(表 1)。测试时在 2.54 cm 高度向纸样滴一滴标准测试液, 油滴在纸张表面停留 15 s 后, 用干净的棉布擦拭, 除去多余的液体, 观察润湿状态, 确定防油等级。试剂位置没有留下渗透痕迹的为达到相应防油级数; 若有暗痕, 其防油等级低于该标准测试液所代表的等级。测试时从最高等级的标准测试液开始测试, 试样测试未通过测试则使用下一等级的标准测试液, 直到试样通过测试, 得到该试样的最高防油等级。为保证测试准确性, 试样每一等级的防油测试至少进行 3 次^[7-9]。

表 1 测试液的配制

Tab. 1 Preparation of reagents for preparing kit solutions

标准测试液编号	蓖麻油/g	甲苯/mL	正庚烷/mL
1	960.0	0	0
2	864.0	50	50
3	768.0	100	100
4	672.0	150	150
5	576.0	200	200
6	480.0	250	250
7	384.0	300	300
8	288.0	350	350
9	192.0	400	400
10	96.0	450	450
11	0	500	500
12	0	450	550

1.4.3 纸板物理性能

定量按照 GB/T 451.2—1989《纸和纸板定量的测定法标准》、厚度按照 GB/T 451.3—1989《纸和纸板厚度的测定法》、环压强度按照 GB/T 2679.8—1995《纸和纸板环压强度的测定》、耐破强度按照 GB/T 454—2002《纸耐破度的测定》、撕裂强度按照 GB/T 455.1—1989《纸撕裂度的测定法》、抗张强度按照 GB/T 453—2002《纸和纸板抗张强度的测定(恒速加荷法)》进行测定。

1.5 纸板表面的 SEM 观察

涂布后的纸板经适当处理后用扫描电子显微镜在 150 倍的放大倍数下观察纸板表面的涂层结构。

2 结果与讨论

2.1 AY 二次涂布对纸板性能的影响

以涂布剂 A 作为底涂涂料, 以阳离子聚丙烯酸酯(Y)作为面涂涂料进行二次涂布。在实验过程中, 涂布剂 A 的固含量在 10%~50% 之间变化, 而阳离子

聚丙烯酸酯的固含量固定为 23%, 因此 AY 固含量比分别为 1/2.3、2/2.3、3/2.3、4/2.3、5/2.3。同时实验添加了以 30% 固含量的涂布剂 A 进行一次涂布后的实验, 用以进行对比。

2.1.1 AY 二次涂布对纸板抗水抗油性能的影响

AY 二次涂布对纸板 Cobb 值和防油级别的影响分别如图 1、图 2 所示。

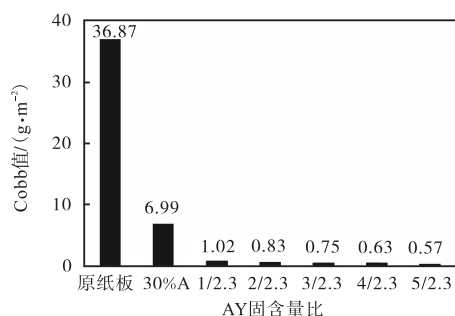


图 1 AY 二次涂布对纸板 Cobb 值的影响

Fig. 1 Effect of double coating with A/Y on the Cobb values of paperboard

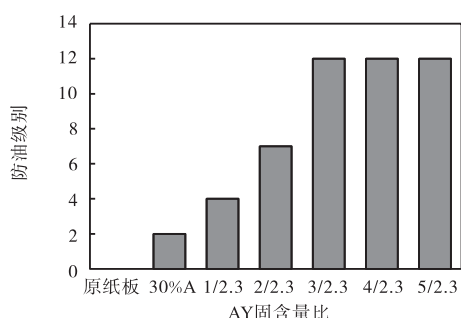


图 2 AY 二次涂布对纸板防油级别的影响

Fig. 2 Effect of double coating with A/Y on the grades of oil resistance of paperboard

由图 1 和图 2 可知: 使用固含量为 30% 的涂布剂 A 一次涂布后, 纸板的抗水性能和抗油性能有一定的提高, 但提高幅度不大。经过 AY 二次涂布后, 纸板的抗水性能和抗油性能都有显著的提高。抗水性能最高提高了 98.45%, 防油级别最高达到了 12 级。当 AY 以 1/2.3 的固含量比进行二次涂布时, 纸板的抗水性能已经有了显著的提高, 纸板的 Cobb 值从 36.87 g/m² 降到了 1.02 g/m², 此时纸板的防油级别仅为 4 级, 此防油级别基本没有应用价值。之后继续增加涂布剂 A 的固含量, 纸板的抗水性能虽然有一定程度的提高, 但是提高幅度不大, 纸板的抗油性能却在 AY 固含量比为 3/2.3 时达到最高防油级别 12 级。综合分析实验结果可知: 选择固含量为 30% 的 A 涂布剂作为底涂涂布剂, 固含量为 23% 的阳离子聚

丙烯酸酯作为面涂涂布剂进行二次涂布时可达到的最佳的实验效果。

2.1.2 AY 二次涂布对纸板环压强度的影响

AY 二次涂布对纸板环压强度的影响如图 3 所示。可以看出: AY 二次涂布后, 随着涂布剂 A 固含量的增加, 与涂布原纸板及使用 30% 固含量的涂布剂 A 一次涂布相比, 涂布后纸板纵横向环压强度均有所提高。AY 二次涂布时, 涂布剂 Y 在涂布剂 A 的成膜表面的二次涂布覆膜有一定的脆性和硬度, 因而可在一定程度上使纸板的环压强度有所增加。

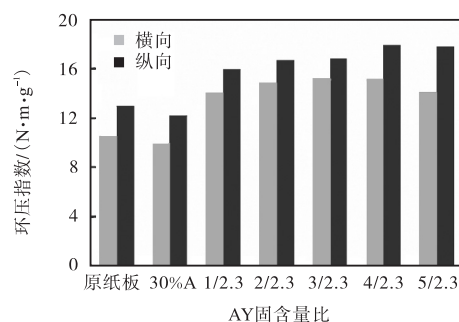


图 3 AY 二次涂布对纸板环压强度的影响

Fig. 3 Effect of double coating with A/Y on the ring crush compression resistance of paperboard

2.1.3 AY 二次涂布对纸板抗张强度的影响

AY 二次涂布对纸板抗张强度的影响如图 4 所示。结果表明: AY 二次涂布后, 随着涂布剂 A 固含量的增加, 与原纸板及 30% 固含量涂布剂 A 一次涂布相比, 涂布后纸板的横向抗张强度没有明显的变化; 纵向抗张强度有所提高, 但是变化幅度很小。因此, AY 二次涂布对纸板抗张强度的影响较小。

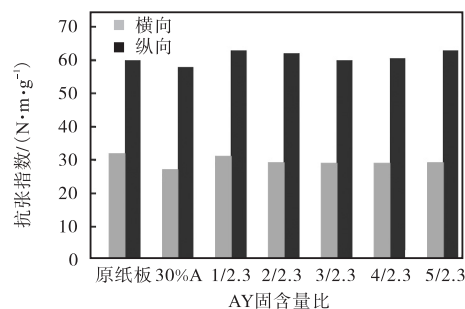


图 4 AY 二次涂布对纸板抗张强度的影响

Fig. 4 Effect of double coating with A/Y on the tensile strength of paperboard

2.1.4 AY 二次涂布对纸板撕裂强度的影响

AY 二次涂布对纸板撕裂强度的影响如图 5 所示。可以看出: AY 二次涂布后, 随着涂布剂 A 固含量的增加, 与涂布原纸板相比, 涂布后纸板的横向撕

裂指数先减小之后又逐渐增大, 而纵向撕裂指数呈递减趋势. 但总体上其纵横向撕裂指数均低于原纸板的撕裂指数和使用 30% 固含量的涂布剂 A 一次涂布的纵横向撕裂指数.

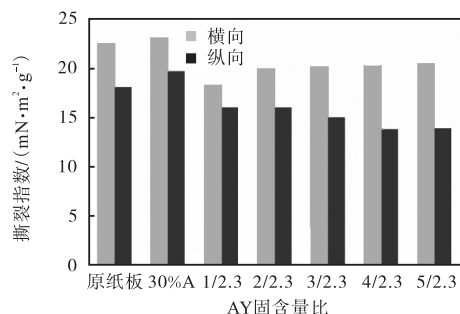


图 5 AY 二次涂布对纸板撕裂强度的影响

Fig. 5 Effect of double coating with A/Y on the tear strength of paperboard

2.1.5 AY 二次涂布对纸板耐破强度的影响

AY 二次涂布对纸板耐破强度的影响如图 6 所示. 由图 6 可知: AY 二次涂布后, 随着涂布剂 A 固含量的增加, 涂布后纸板的耐破指数先有较大幅度的提高, 而后又有所降低, 但总体上均高于原纸板和 30% 固含量涂布剂 A 一次涂布的耐破指数. AY 二次涂布后, 涂布剂 Y 在涂布剂 A 所成膜的表面的二次成膜的强度较大, 间接地增大了纸板的耐破强度.

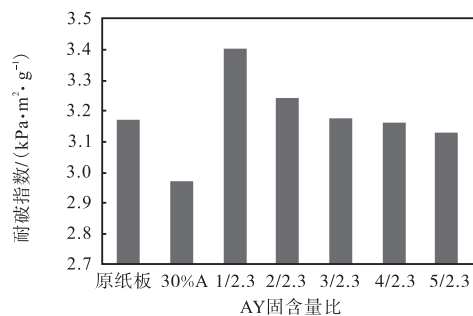


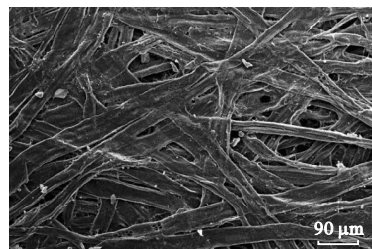
图 6 AY 二次涂布对纸板耐破强度的影响

Fig. 6 Effect of double coating with A/Y on the bursting strength of paperboard

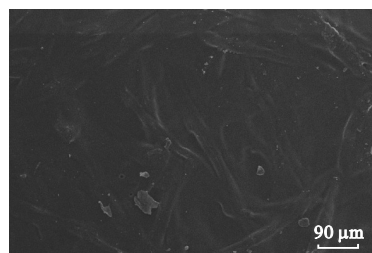
2.2 AY 二次涂布纸板的 SEM 图分析

在不同条件下涂布前后纸板表面的扫描电镜图如图 7 所示. 由图 7 可知: AY 二次涂布后在纸板表面具有较好的成膜效果. 原纸板表面纤维纵横交错, 清晰可见, 并且纤维之间还有许多孔洞, 当液体滴到纸板表面时就会迅速渗透到这些孔洞之中, 因此原纸板基本不具有抗水抗油性能. 使用涂布剂 A 一次涂布后纸板表面的纤维就几乎看不到了, 这是因为涂布后纸板表面形成了一层薄膜, 这层膜紧紧地包覆在纤维

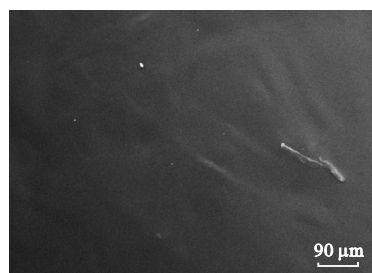
之上, 使纸板具有了一定的抗水抗油性能. 同时由于这层薄膜有一定的韧性, 因此也在一定程度上改善了纸板的强度性能.



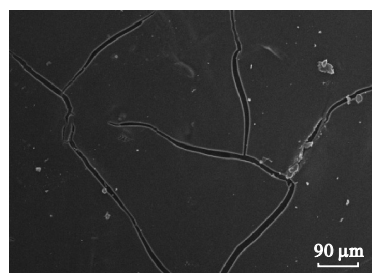
(a) 涂布原纸板



(b) 涂布剂 A (30%) 一次涂布纸板



(c) AY (3/2.3) 二次涂布纸板



(d) AY (5/2.3) 二次涂布纸板

图 7 纸板表面 SEM 图

Fig. 7 SEM images of the paperboard surface

当以涂布剂 A 作为底涂, 涂布剂 Y 作为面涂二次涂布时, 从电镜图中已看不出纤维的结构, 在 AY 固含量比为 3/2.3 时表面成膜效果较好, 实验结果也表明了此时纸板的各项强度性能也较好, 纸板可以取得最好的抗水抗油性能及强度性能, 此时的防油级别达到了最高级别 12 级. 值得注意的是, 图 7(d) 中显示的纸板表面的涂膜已经龟裂(此时涂布剂 A 的固

(下转第 72 页)