

油脂污染对瓦楞纸板力学性能的影响

简超¹, 戴君¹, 卢立新^{1,2}, 张惠忠³

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 无锡 214122;

3. 达成包装制品(苏州)有限公司, 苏州 215155)

摘要:目的 研究瓦楞纸板在沾染油脂后其力学性能受到的影响。方法 采用涂布的方式将油脂均匀涂覆在瓦楞纸板表面,通过改变涂布量及样品放置时间来研究油脂沾染量及沾染时间对瓦楞纸板粘合强度、边压强度及耐破强度的影响。结果 瓦楞纸板粘合强度、边压强度及耐破强度均随着油脂沾染量的增加呈现不同程度的下降,随着油脂沾染时间的增加先下降后趋于稳定。结论 油脂的沾染对瓦楞纸板粘合强度的影响较大,对边压强度及耐破强度的影响较小。

关键词: 瓦楞纸板; 油脂沾染; 力学性能

中图分类号: TB484.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)17-0049-03

Influence of Staining of Grease on Mechanical Properties of Corrugated Paperboard

JIAN Chao¹, DAI Jun¹, LU Li-xin^{1,2}, ZHANG Hui-zhong³

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi 214122, China; 3. Tatseng Packaging(Suzhou)Co., Ltd., Suzhou 215155, China)

ABSTRACT: The aim of this study was to investigate the influence of staining of grease on the mechanical properties of corrugated paperboard. Corrugated paperboard was coated with grease. By changing the coating weight and placing time of samples, the influences of stain amount and staining time on the ply adhesive strength, edgewise crush resistance and bursting strength of corrugated paperboard were studied. The ply adhesive strength, edgewise crush resistance and bursting strength gradually decreased with the increase of stain amount, while decreased and then became stable with the increase of staining time. The influence of staining of grease on ply adhesive strength was bigger than those of edgewise crush resistance and bursting strength.

KEY WORDS: corrugated paperboard; the staining of grease; mechanical properties

瓦楞纸箱具有易加工、质量轻、价格低廉、环保等优点,是目前应用最广泛的包装容器之一。据报道,全球瓦楞纸箱需求量正以每年4.2%的速度递增,预计到2017年将达到2340亿m²[1]。然而作为纸质包装材料,瓦楞纸箱本身的憎液性能较差,已有大量研究表明水分对其力学性能的影响非常显著[2-7]。在日常生产和生活中除了要经常包装含水量较多的物质外,也

经常会包装很多含油物质,比如汉堡包、披萨等快餐食品,涂有防锈油、润滑油的机械零部件等。当使用普通瓦楞纸箱来包装这些含油物质时,油脂会渗透到纸板内部,最终在纸板外表面形成油斑。目前油脂沾染对瓦楞纸板、纸箱力学性能影响的研究甚少。

文中基于实验研究油脂沾染量及沾染时间对瓦楞纸板的粘合强度、边压强度及耐破强度的影响,以

收稿日期: 2015-01-14

作者简介: 简超(1989—),男,湖北荆门人,江南大学硕士生,主攻功能包装材料。

通讯作者: 卢立新(1966—),男,江苏宜兴人,博士,江南大学教授、博导,主要研究方向为食品农产品包装技术与安全、包装材料等。

期为瓦楞纸箱在防油包装领域的应用提供参考。

1 实验

1.1 材料

材料:葵花籽油,脂肪质量分数 $\geq 99\%$,中粮食品营销有限公司;3层C楞瓦楞纸板,配纸为200B-120A-200B,达成包装制品(苏州)有限公司。

1.2 仪器与设备

仪器与设备:GT-6011型微电脑环压试验机、GT-7013AD型电子破裂强度试验机,台湾高铁科技股份有限公司;KTHA-015TBS型恒温恒湿箱,庆声科技股份有限公司;移液器,大龙兴创实验仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 试样的制备

取样按照GB/T 450—2008^[8]进行。试样采取完成后,使用定量移液器在试样表面上滴一定量的油脂,然后迅速采用手工涂布的方式将油脂均匀覆盖在瓦楞纸板表面。通过改变涂布量(120, 360, 600, 840, 1080 g/m²)及样品放置时间(1~7 d),来分别研究油脂沾染量及沾染时间对瓦楞纸板粘合强度、边压强度及耐破强度的影响。

由于纸板含水率的差异会给测试结果带来严重误差,故在实验前,将纸板放置在温度为23℃,相对湿度为50%的恒温恒湿箱中预处理24 h。同时严格保证实验环境条件^[9]。

1.3.2 测试标准方法

依据GB/T 6548—2011^[10]测定粘合强度,依据GB/T 6546—1998^[11]测定边压强度,依据GB/T 6545—1998^[12]测定耐破强度。

2 结果与分析

2.1 油脂沾染量对瓦楞纸板力学性能的影响

在瓦楞纸板样品的表面分别涂布120, 360, 600, 840, 1080 g/m²的油脂后,放置在标准大气环境下。由于纸张表面分布着产生毛细管现象的无数空隙,所以油脂会借助毛细管张力通过纸张中的空隙发生扩散^[13-14]。2 d后油脂已经完全渗透到瓦楞纸板的另外一个表面,见图1。

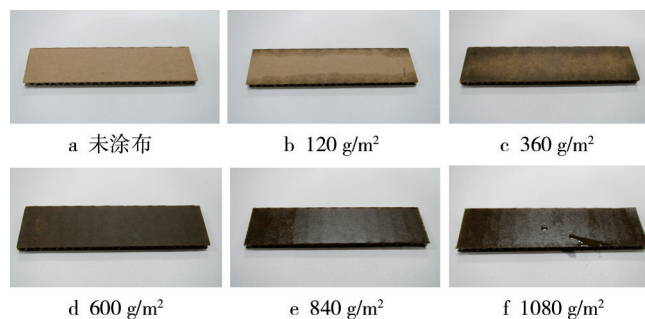


图1 油脂的渗透情况

Fig.1 The penetration of grease

由图1可以看出,随着油脂涂布量的增大,油脂渗透到瓦楞纸板另外一个表面的油脂增多。其中涂布量为600 g/m²时油脂已完全浸透整个实验样品,当涂布量为1080 g/m²时有多余的油脂渗出,说明此时瓦楞纸板的含油量已经饱和。

将不同油脂涂布量下的实验样品进行相关力学性能测试,测试结果见图2。

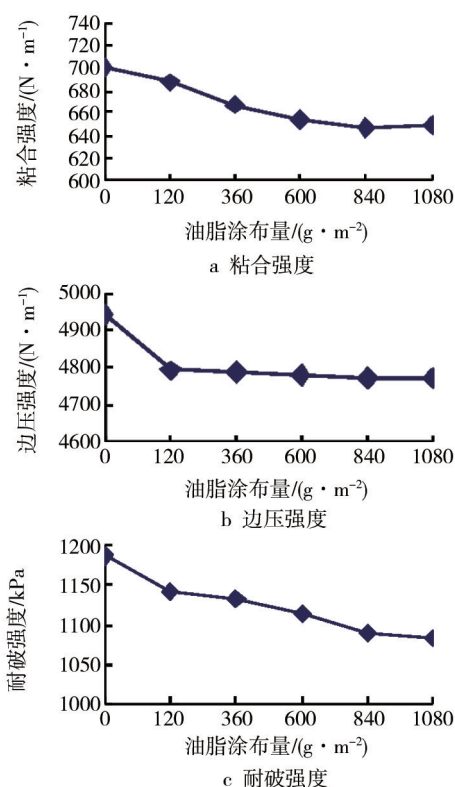


图2 油脂沾染量对瓦楞纸板力学性能的影响

Fig.2 Influence of stain amount on the bursting strength of corrugated paperboard

由图2可知,油脂的沾染对瓦楞纸板的各项物理技术指标产生了削弱作用,瓦楞纸板的粘合强度、边压强度及耐破强度均随着油脂沾染量的增加而下降,

且下降幅度分别为7.7%,3.5%及8.7%。

对于瓦楞纸板而言,它依靠淀粉粘合剂将箱板纸和瓦楞芯纸粘合在一起构成了一个整体。常温下,油脂与淀粉粘合剂之间不会发生化学反应,而油脂的沾染导致瓦楞纸板粘合强度下降,主要是因为破坏了粘合剂的凝聚粘合与表面粘合作用,由淀粉粘合剂中所含有的大量羟基可以推断油脂主要是破坏了氢键力的作用。由图2a可以看出,涂布量在0~600 g/m²之间时,粘合强度下降幅度较大,而当涂布量大于600 g/m²后,粘合强度下降幅度较小。这是由于在涂布量为600 g/m²时油脂已经完全浸透整个实验样品,所以当涂布量再增加时,对粘合强度的影响相对较小。

由图2b可以看出,瓦楞纸板的边压强度在涂布量为120 g/m²时下降幅度较大,之后下降幅度较小。这是因为瓦楞纸板的边压强度较大程度上取决于瓦楞芯纸的横向环压强度^[5],当涂布量为120 g/m²时,油脂已浸透瓦楞芯纸,所以当在此基础上增加涂布量时,油脂对瓦楞纸板的边压强度影响相对较小。油脂对瓦楞纸板边压强度的削弱,主要是因为油脂在渗透的过程中,对纸张产生了一定的润胀作用,导致纸张纤维间距变大,内聚力下降。

瓦楞纸板的耐破强度近似于面纸和里纸的耐破强度之和。由图1和2c可以看出,由于随着油脂涂布量的增大,油脂逐渐浸透面纸和里纸,瓦楞纸板的耐破强度也随之下降。

2.2 油脂沾染时间对瓦楞纸板力学性能的影响

在瓦楞纸板样品表面涂布600 g/m²的油脂后将其放置在标准大气环境下,实验分7 d进行,数据见表1。结果表明,瓦楞纸板粘合强度在0~4 d内随着时间的增加而下降,第4天后基本保持稳定不变,并且粘合

强度下降了14.8%。瓦楞纸板边压强度在第1天内下降2.6%,之后基本保持稳定不变。瓦楞纸板耐破强度在0~3 d内随着时间的增加逐渐下降,第3天后逐渐保持相对稳定,下降约6.1%。实验说明随着油脂沾染时间的增加,油脂对瓦楞纸板粘合强度的影响较大,但影响较缓慢;对边压强度及耐破强度的影响相对较小,但影响较迅速。

3 结语

研究表明,油脂的沾染会对纸板的力学性能造成影响。当纸板沾染一定量的油脂后,随着时间的增加,纸板粘合强度、边压强度及耐破强度均会先下降后趋于稳定,其中粘合强度下降最明显。油脂沾染量的增加也会导致瓦楞纸板粘合强度、边压强度及耐破强度的下降。油脂的沾染不仅会影响瓦楞纸箱的美观,也会削弱它的强度。所以在使用瓦楞纸箱来包装含油物质时,有必要采取一定的措施来阻止油脂渗透到纸板的内部。另外,提高淀粉黏合剂的耐油性能也是降低油脂对瓦楞纸箱力学性能影响的一个有效途径。

参考文献:

[1] 2017年全球瓦楞纸箱需求量将高达2340亿m²[J]. 国际造纸,2013,32(6):64.
The Global Demand for Corrugated Box Will Be up to 2340 Billion m² in 2017[J]. World Pulp and Paper, 2013, 32(6): 64.
[2] 肖雯娟,古奇夏. 环境湿度对纸板水分及其力学性能影响的实验研究[J]. 包装工程,2013,34(21):28—30.
XIAO Wen-juan, GU Qi-xia. Influence of Environmental Humidity on Water Content and Mechanical Properties of Corrugated Paperboard[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 28—30.
[3] 何理,丁毅,贾丽萍. 不同湿度条件下瓦楞纸箱抗压强度的实验研究[J]. 包装工程,2012,33(17):68—70.
HE Li, DING Yi, JIA Li-ping. Study of Corrugated Box Compression Strength under Different Humidity[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(17): 68—70.
[4] 王志伟,方艳平. 湿度对瓦楞纸箱抗压强度的影响[J]. 包装学报,2012,4(1):1—4.
WANG Zhi-wei, FANG Yan-ping. Effects of Humidity on Compression Strength of Corrugated Box[J]. Packaging Journal, 2012, 4(1): 1—4.
[5] 杨传民,孟宪文,王心宇,等. 温湿度及纸箱尺寸对堆码强

表1 油脂沾染时间对瓦楞纸板强度的影响
Tab.1 Influence of staining time on the strength of corrugated paperboard

时间/d	粘合强度/(N·m ⁻¹)	边压强度/(N·m ⁻¹)	耐破强度/kPa
0	704	4919	1171
1	682	4792	1134
2	651	4788	1105
3	645	4803	1099
4	600	4799	1112
5	604	4776	1104
6	599	4780	1102
7	601	4775	1104

- YAO Chen-bo. The Engineering Practice and Design of the Hydrogen Plant DCS Control System[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2014.
- [9] 余新昉. 大容量高精度全自动灌装设备的研制[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(2): 58—61.
- YU Xin-yang. Development of Large-capacity High-precision Automatic Filling Equipment[J]. Packaging and Food Machine, 2012, 30(2): 58—61.
- [10] 薛孝锋. 容积式伺服灌装生产线: 中国, CN103332641A[P]. 2013-10-02.
- XUE Xiao-feng. Servo Volumetric Filling Machine: China, CN103332641A[P]. 2013-10-02.
- [11] 郑友林. 一种灌装机: 中国, CN103332309A[P]. 2013-10-02.
- ZHEN You-lin. A Filling Machine: China, CN103332309A[P]. 2013-10-02.
- [12] 周振雄, 徐玉娇. 全自动六线同步灌装控制系统设计[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2012(5): 32—35.
- ZHOU Zhen-xiong, XU Yu-jiao. Automatic Six-wire Synchronous Filling Machine Control System Design[J]. Journal of Beihua University (Natural Science Edition), 2012(5): 32—35.
- [13] 王冬梅. 啤酒灌装生产线自动控制系统研究与开发[D]. 西安: 西安理工大学, 2001.
- WANG Dong-mei. Beer Filling Production Line Automatic Control Systems Research and Development[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2001.
- [14] 孙茂泉, 严伟跃. 称重式液体灌装机控制系统[J]. 轻工机械, 2007(6): 324—328.
- SUN Mao-quan, YAN Wei-yue. The Control System of Weighting Liquid Filling Machine[J]. Light Industry Machinery, 2007(6): 324—328.
- [15] 冯清华. 伺服电机运动控制器的研制[D]. 西安: 西安理工大学, 2004.
- FENG Qing-hua. The Development of the Servo Motor Motion Controller[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2004.

(上接第51页)

- 度影响的实验研究[J]. 包装工程, 2009, 30(8): 1—3.
- YANG Chuan-min, MENG Xian-wen, WANG Xin-yu, et al. Experimental Study on the Effects of Temperature, Humidity and Size of Corrugated Carton on Stack Strength[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(8): 1—3.
- [6] 付云岗, 郭彦峰, 许文才, 等. 不同温湿度条件下双瓦楞纸板力学性能的试验研究[J]. 包装工程, 2008, 29(4): 51—53.
- FU Yun-gang, GUO Yan-feng, XU Wen-cai, et al. Study on Mechanical Properties of Double-wall Corrugated Paperboard under Different Relative Humidity[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 51—53.
- [7] 郭娟, 张进, 李然. 环境湿度对瓦楞纸箱寿命的影响[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 101—103.
- GUO Juan, ZHANG Jin, LI Ran. Influence of Environmental Humidity on Life-span of Corrugated Case[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 101—103.
- [8] GB/T 450—2008, 纸和纸板试样的采取及试样纵横向、正反面的测定[S].
- GB/T 450—2008, Paper and Board—sampling for Testing and Identification of Machine and Cross Direction, Wire Side and Felt Side[S].
- [9] GB/T 10739—2002, 纸、纸板和纸浆试样处理和试验的标准大气条件[S].
- GB/T 10739—2002, Paper, Board and Pulps—standard Atmosphere for Conditioning and Testing[S].
- [10] GB/T 6548—2011, 瓦楞纸板粘合强度的测定[S].
- GB/T 6548—2011, Determination of Ply Adhesive Strength for Corrugated Fiberboard[S].
- [11] GB/T 6546—1998, 瓦楞纸板边压强度的测定法[S].
- GB/T 6546—1998, Corrugated Fiberboard—determination of Edgewise Crush Resistance[S].
- [12] GB/T 6545—1998, 瓦楞纸板耐破强度的测定法[S].
- GB/T 6545—1998, Corrugated Fiberboard—determination of Bursting Strength[S].
- [13] 杜伟民. 纸和纸板施胶剂的研究进展[J]. 造纸化学品, 2009, 21(3): 34—39.
- DU Wei-min. Research Progress of Sizing Agent of Paper and Paperboard[J]. Paper Chemicals, 2009, 21(3): 34—39.
- [14] 彭慧. 壳聚糖类防油剂对食品包装纸的抗油脂作用[D]. 无锡: 江南大学, 2013.
- PENG Hui. Study on Oil and Grease Resistance of Chitosan Oil Repellent in Preparation of Food Packaging Paper[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2013.
- [15] 刘喜生. 包装材料学[M]. 长春: 吉林大学出版社, 1997.
- LIU Xi-sheng. Packaging Material[M]. Changchun: Jilin University Press, 1997.