

盐雾试验对PE基真空包装材料阻隔性能的影响

郑好晗, 臧艳, 赵海朝, 张庆, 乔玉林

(装甲兵工程学院, 北京 100072)

摘要:目的 获得盐雾环境下PE基包装材料阻隔性能的变化规律。方法 考察盐雾试验前后4种PE基包装材料的氧气透过率、水蒸气透过率以及包装膜表面形貌变化情况。结果 真空包装技术使聚乙烯包装膜、PE高阻隔包装膜和镀铝高阻隔包装膜等3种包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均有增加, 而增强型高阻隔包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均有较大下降。结论 PE基高阻隔包装膜能适应于盐雾环境下装备器材的真空长效包装。

关键词: 包装膜; 盐雾试验; 高阻隔; 真空包装

中图分类号: TB 484.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)21-0047-04

Influence of Salt Spray Test on the Barrier Properties of PE-based Vacuum Packaging Materials

ZHENG Hao-han, ZANG Yan, ZHAO Hai-chao, ZHANG Qing, QIAO Yu-lin

(Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China)

ABSTRACT: The aim of this work was to obtain the variation law of barrier properties of the PE-based packaging materials in salt spray environment. The oxygen transmission rate, water vapor transmission rate and surface morphology changes of packaging film were investigated for four kinds of PE based packaging materials before and after the salt spray test. Vacuum packaging technology increased both the oxygen transmission rate and the moisture vapor transmission rate of the three types of packaging films including polyethylene packaging film, PE high barrier packaging film and aluminized high barrier packaging film, while obviously decreased both the oxygen transmission rate and water vapor transmission rate of strengthened high barrier packaging film. In conclusion, PE-based high barrier packaging film is more adaptive to the vacuum composite packaging for the equipment in salt spray environment.

KEY WORDS: packaging film; salt spray test; high barrier; vacuum packaging

防护包装作为装备器材储存、运输和保护的载体,承担着抗御各种不良环境因素对装备器材性能侵蚀的任务^[1-2]。如沿海地区的高温、高湿、高盐雾、日照时间长的气候特点,容易导致金属器材锈蚀,帆布、橡胶、木质器材霉烂。包装材料作为防护包装的关键技术之一,其性能直接关系被包装器材存储质量及性能的好坏^[3-7]。聚乙烯(PE)是一种热塑性高分子材料,其分子量高、支化度小、力学性能优异,同时又具有优

良的电绝缘性、耐低温性、易加工成形性以及优异的化学稳定性和介电性能,已作为包装材料广泛应用^[8-9]。张立基等人发现PE薄膜的耐光氧化性能与薄膜厚度有关,其耐环境稳定性存在一些不足^[10-11]。

近年来,随着干式复合法、共挤出复合法、涂布复合法等生成技术的改进,以及通过添加纳米材料使PE基包装材料的阻隔性能和力学性能获得提升^[12-15],因而在装备器材的长效包装领域得到了较为广泛的应

收稿日期: 2015-03-27

作者简介: 郑好晗(1976—),男,甘肃庆阳人,装甲兵工程学院工程师,主要研究方向为包装材料与技术的应用。

通讯作者: 乔玉林(1965—),男,陕西佳县人,博士,装甲兵工程学院研究员,主要研究方向为装备表面的防护。

用^[16-17],但高温、高湿、高盐雾等储存环境因素对包装材料阻隔性能的影响很少有报道。文中考察盐雾试验对装甲装备器材包装中几种常用PE基包装材料的耐腐蚀性能、阻隔性能的影响,对盐雾试验后包装膜表面形貌的变化进行分析,并对作用机理进行初步探讨。

1 试验

1.1 材料

包装膜材料选用沈阳防锈包装材料有限责任公司生产的PE基包装材料:聚乙烯包装膜(PE-120),120 μm厚,由聚乙烯薄膜组成;PE高阻隔包装膜(VPF-T-120),120 μm厚,由聚乙烯薄膜和含纳米粒子的高阻隔涂层组成;镀铝高阻隔包装膜(VPF-B-120),120 μm厚,由聚乙烯薄膜、含纳米粒子的高阻隔涂层及真空镀铝薄膜组成;增强型高阻隔包装膜(VPF-Z-240),240 μm厚,由聚乙烯薄膜、含纳米粒子的高阻隔涂层、聚乙烯薄膜、织物增强层、聚乙烯薄膜及真空镀铝薄膜组成。

腐蚀试验试样材质为45号钢,维氏硬度值为250~300,尺寸为80 mm × 60 mm × 2.0 mm。

1.2 方法

1) 真空试样制备。45号钢试样两面用240号砂纸打磨,使其粗糙度为0.2~0.4。将打磨后的试样依次浸入石油醚和无水乙醇中超声清洗各5 min,并在空气中自然干燥。将干燥后的试样用多金属气相防锈纸D-308-100PA封存后,放入80 cm × 60 cm大小的包装袋中进行抽真空热封。

2) 盐雾试验及方法。试验采用GB/T 2423.17—2008《电工电子产品基本环境试验规程 试验Ka:盐雾试验方法》。盐雾试验在法国SAPRTIN CO.生产的盐雾处理试验箱中进行。试验时,箱内温度为(35 ± 0.5) °C,空气饱和温度为(47 ± 0.5) °C,NaCl的质量分

数为5%,沉降液量为1.0~2.0 mL/(h·80cm²),沉降液pH值为6.5~7.2。为了考察真空对不同类型PE基包装材料性能的影响,试验采用对比法,将内装45号钢抽真空热封包装袋以及真空包装规格和大小完全相同的包装袋(不装45号钢,也不抽真空)分别挂于试验箱内试片支架上,打开开关进行连续喷雾运转196 h后,观测内装45号钢抽真空热封包装袋(简称真空包装材料,下同)以及与真空包装规格和大小完全相同的包装袋(简称非真空包装材料,下同)表面的变化情况,以及45号钢表面锈蚀点的情况。

3) 包装膜透氧、透水率的测量。包装膜氧气透过率测量采用GB/T 19789—2005《包装材料塑料薄膜和薄片氧气透过率的测量 红外检测器法》,包装膜水蒸气透过率测量采用GB/T 26253—2010《塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测量 库仑计检测器法》。

4) 包装膜形貌观察。采用OLYMPUS公司生产的OLS4000激光共焦显微镜观察包装膜的表面形貌。

2 结果与讨论

2.1 盐雾试验对PE基包装材料防腐性能的影响

盐雾试验后非真空包装材料、真空包装材料和被包装钢片的腐蚀情况见表1。可以看出,几种不同类型的PE基包装材料本身外观没有明显变化,但镀铝高阻隔包装膜和增强型高阻隔包装膜在热封边界处开始出现起皮、剥离现象,说明在196 h盐雾试验后,几种不同类型的PE基包装材料本身具有优异的抗盐雾腐蚀性能,但在热封处镀铝高阻隔包装膜和增强型高阻隔包装膜出现微损伤,因此热封处容易出现腐蚀现象。

2.2 盐雾试验对包装材料阻隔性能的影响

196 h盐雾试验后非真空包装材料和真空包装材料的氧气透过量和水蒸气透过量的变化情况见表2。可以看出,真空包装技术对包装膜本身的氧气透过量的影响比较复杂,与包装材料的性能有关。如真空使

表1 非真空包装材料、真空包装材料及其被包装试样的盐雾试验结果(196 h)

Tab.1 The salt spray test results of vacuum packaging films and the vacuum packaged samples (196 h)

包装材料	盐雾试验后的腐蚀情况		
	非真空包装材料	45号钢片	真空包装材料
聚乙烯包装膜	外观无异常	无锈	外观无异常
PE高阻隔包装膜	外观无异常	无锈	外观无异常
镀铝高阻隔包装膜	热封边缘处出现腐蚀	无锈	热封边缘处出现腐蚀
增强型高阻隔包装膜	热封边缘处出现腐蚀	无锈	热封边缘处出现腐蚀

表2 盐雾环境下真空对包装膜透氧和透水性能的影响

Tab.2 Influence of vacuum on oxygen permeability and water permeability of packaging film in salt spray environment

包装材料	氧气透过量/($\text{cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot (24 \text{ h})^{-1} \cdot (0.1 \text{ MPa})^{-1}$)		水蒸气透过量/($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot (24 \text{ h})^{-1}$)	
	非真空包装材料	真空包装材料	非真空包装材料	真空包装材料
聚乙烯包装膜	673	672	1.48	1.51
PE 高阻隔包装膜	4.67	4.74	2.22	2.37
镀铝高阻隔包装膜	0.694	0.749	1.40	1.41
增强型高阻隔包装膜	0.204	0.126	0.281	0.232

PE 高阻隔包装膜和镀铝高阻隔包装膜在盐雾试验后氧气透过量稍有增大,分别增大了1.5%和7.8%,而使增强型高阻隔包装膜在盐雾试验后氧气透过量大幅减小,大约减小了38%。真空包装技术也对包装膜的水蒸气透过量有较大影响。真空使聚乙烯包装膜、PE 高阻隔包装膜和镀铝高阻隔包装膜在盐雾试验后水蒸气透过量稍有增大,分别增大了2.0%,6.8%和0.7%,而使增强型高阻隔包装膜在盐雾试验后水蒸气透过量有较大幅的减小,大约减小了17.4%。

2.3 盐雾试验后真空包装膜的表面形貌分析

盐雾试验前后PE 高阻隔包装材料的表面形貌以及盐雾试验后经真空包装后的PE 高阻隔包装材料的表面形貌见图1。可知盐雾试验前后PE 高阻隔包装膜材料表面形貌没有明显的变化,其存在大量大小不一的微坑和长度不一的微划伤,但微坑和微划伤都不是贯穿性的。盐雾试验后真空包装的PE 高阻隔包装材料表面同样存在大量的微坑和微划伤,但微划伤边界变得比较模糊,而微坑中有明显的颗粒状物质存在,而且颗粒状微粒周围边界清晰,腐蚀非常明显,见图1c。

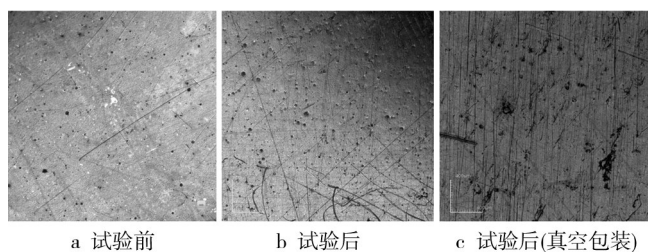


图1 盐雾试验前后PE高阻隔包装膜的表面形貌。

Fig.1 Surface topography of PE high barrier packaging film before and after salt spray test

2.4 讨论

从上述性能试验和表面形貌分析可以发现,196 h盐雾试验后包装材料和真空包装的几种PE基包装膜

表面本身没有出现明显的腐蚀现象,但镀铝高阻隔包装膜和增强型高阻隔包装膜在热封处出现腐蚀和剥离现象。这是因为镀铝高阻隔包装膜和增强型高阻隔包装膜都是在聚乙烯包装膜基础上添加了纳米无机粒子,并在表面镀覆了铝薄膜,这使其抗折性能有所下降,特别是在真空热封过程中,热封部分铝薄膜出现微损伤,因此在盐雾试验过程中在微损伤部位就会形成腐蚀原电池,腐蚀会沿着损伤部位扩展,并使铝薄膜剥离。

与盐雾试验后的包装材料比较,盐雾试验后真空包装的聚乙烯包装膜、PE 高阻隔包装膜和镀铝高阻隔包装膜等3种包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均呈增加趋势,这些由于抽真空使包装膜受到一个持续向内的作用力,这个作用力使包装膜内存在的微孔持续受力,使微孔略为变大,因而盐雾试验后包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均略有增加。由于在包装膜内添加了纳米无机粒子,使阻隔性能获得大幅提高,但盐雾试验使颗粒状微粒周围边界腐蚀非常明显,也会使包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量增大。真空使增强型高阻隔包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均有较大下降,其主要原因可能是增强型高阻隔包装膜的厚度比其他3种PE基包装膜厚,抽真空的作用力对其影响较小。由于盐雾试验过程中,一些盐雾粒子和腐蚀产物会堵塞包装膜的孔隙,使氧气和水蒸气不容易通过,因此氧气透过量和水蒸气透过量会下降。

3 结语

1) 盐雾试验对几种PE基包装膜本身的表面形貌没有明显影响,但使镀铝高阻隔包装膜和增强型高阻隔包装膜的热封处产生剥离和腐蚀现象。

2) 真空包装使聚乙烯包装膜、PE 高阻隔包装膜和镀铝高阻隔包装膜等3种包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量均有不同程度的增加,但使增强型高阻隔

包装膜的氧气透过量和水蒸气透过量大幅下降。

3) 盐雾环境下抽真空会使PE基包装膜表面存在的大量微坑和微划伤边界变得比较模糊,而微坑中颗粒状微粒周围边界清晰,腐蚀明显。

参考文献:

- [1] 孟令东,梁志杰,乔玉林,等. 装甲装备器材保养包装模式研究与体系建设[J]. 包装工程,2012,33(1):126—129.
MENG Ling-dong, LIANG Zhi-jie, QIAO Yu-lin, et al. Mode Study and System Construction of Maintenance Packaging of Armored Equipment[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(1): 126—129.
- [2] 王波,易建政,祁立雷,等. 弹药包装高阻隔防潮封套材料透湿性研究[J]. 包装工程,2010,31(3):47—51.
WANG Bo, YI Jian-zheng, QI Li-lei, et al. Vapor Transmission Study of High Barrier Moisture Proof Envelop Materials [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(3): 47—51.
- [3] 李卫娜,杨云峰,王标兵,等. 高分子材料阻隔技术的研究进展[J]. 天津化工,2008,22(5):15—17.
LI Wei-na, YANG Yun-feng, WANG Biao-bing, et al. The Research Progress of Polymer-barrier' s Technology[J]. Tianjin Chemical Industry, 2008, 22(5): 15—17.
- [4] 刘丹. 高阻隔包装材料的研究进展[J]. 包装学报,2014,6(4):24—30.
LIU Dan. Research Progress of High-barrier Packaging Materials[J]. Packaging Journal, 2014, 6(4): 24—30.
- [5] 岳青青. 阻隔性包装材料的应用现状及发展趋势[J]. 塑料包装,2011,21(3):19—21.
YUE Qing-qing. The Applied Status and Developmental Trend of Barrier Packaging Materials[J]. Plastics Packaging, 2011, 21(3): 19—21.
- [6] SCHMIDT M, RODLER N, MIESBAUER O, et al. Adhesion and Barrier Performance of Novel Barrier Adhesives Used in Multilayered High-barrier Laminates[J]. Journal of Adhesion Science and Technology, 2012, 26(20/21): 2405—2436.
- [7] 邢新侠,甘志宏. 有机-无机纳米聚硅氧烷涂层的耐蚀性研究[J]. 装备环境工程,2014,11(6):65—69.
XING Xin-xia, GAN Zhi-hong. Research on the Corrosion Resistance of Organic-Inorganic Nano Polysiloxane Coatings [J]. Equipment Environmental Engineering, 2014, 11(6): 65—69.
- [8] 胡焱清,李子繁,孙红旗. 绿色高阻隔包装材料:耐水改性聚乙烯醇涂布膜[J]. 塑料包装,2010,20(2):22—23.
HU Yan-qing, LI Zi-fan, SUN Hong-qi. Green and High-barrier Packaging Materials: The Water Resistance of Modified PVA Coating Film[J]. Plastics Packaging, 2010, 20(2): 22—23.
- [9] 刘秋菊,李旭阳,陈国伟,等. 阻隔性高分子复合材料研究与应用进展[J]. 塑料科技,2013,41(7):104—109.
LIU Qiu-ju, LI Xu-yang, CHEN Guo-wei, et al. Research and Application Progress on Barrier Polymer Composites[J]. Plastic Science and Technology, 2013, 41(7): 104—109.
- [10] 张立基. 聚乙烯薄膜的光氧化及影响因素[J]. 石化技术与应用,2000,18(4):191—196.
ZHANG Li-ji. Photooxidative Aging of Polyethylene Film and Its Influence Factors[J]. Petrochemical Technology & Application, 2000, 18(4): 191—196.
- [11] 王浩江,胡肖勇,刘煜,等. 聚乙烯材料耐候性能研究进展[J]. 合成材料老化与应用,2012,41(6):21—25.
WANG Hao-jiang, HU Xiao-yong, LIU Yu, et al. Development Progress in Weatherability of Polyethylene Materials[J]. Synthetic Materials Aging and Application, 2012, 41(6): 21—25.
- [12] 秦柳,安瑛,刘勇,等. 气体阻隔材料制备技术的研究进展[J]. 塑料,2011,40(6):121—125.
QIN Liu, AN Ying, LIU Yong, et al. Research Development of Producing Technique of Gas Barrier Materials[J]. Plastics, 2011, 40(6): 121—125.
- [13] 董文丽. 阻隔性包装材料及生产技术的应用发展[J]. 包装工程,2009,30(10):117—201.
DONG Wen-li. Application and Development of Barrier Packaging Materials and Their Production Technologies[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(10): 117—201.
- [14] 郭筱兵,丁利,李节,等. 纳米包装材料及其安全性评价研究进展[J]. 食品与机械,2013,29(5):249—251.
GUO Xiao-bing, DING Li, LI Jie, et al. Progress on Nano-packaging Material and Saftal and Assessment[J]. Food and Machinery, 2013, 29(5): 249—251.
- [15] 林晶,董文丽,孙智慧,等. 新型高阻隔陶瓷薄膜包装材料及技术[J]. 包装工程,2007,28(10):90—94.
LIN Jing, DONG Wen-li, SUN Zhi-hui, et al. Development of New Type High Barrier Ceranic Thin Film Material and Technologies[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(10): 90—94.
- [16] 侯辉,赵春燕,蔡建. 高防潮阻隔性封套包装复合材料设计探讨[J]. 包装工程,2014,35(11):145—149.
HOU Hui, ZHAO Chun-yan, CAI Jian. Design of Envelope Packaging Composite Materials with Highly Efficient Moisture Barrier Performance[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(11): 145—149.
- [17] 唐艳秋,张建伟,王福. 防锈防护组合技术在装备器材防锈封存中的应用[J]. 包装工程,2014,35(3):117—119.
TANG Yan-qiu, ZHANG Jian-wei, WANG Fu. Application of the Rust Protection Combination Technology in the Equipment Preservation[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 117—119.