

发泡聚乙烯醇缓冲特性研究

王冬梅, 李 云, 柏子游

(深圳职业技术学院, 深圳 518055)

摘要: 开展了干态发泡聚乙烯醇(PVOH)平面及轴向压缩试验、SEM 试验和饱和吸水后的发泡 PVOH 的静态压缩试验研究。结果表明:发泡 PVOH 的缓冲性能因其加工方向不同而略有不同,发泡 PVOH 的轴向承载性能略高于其平面承载性能;干态发泡 PVOH 压缩后基本不具有回弹性,压缩后泡孔孔壁弯曲,泡孔减小,泡沫变得密实,其压缩应力-应变曲线呈线弹性区、平台区和密实化区;饱和吸水后的发泡聚乙烯醇承载性能明显减弱,压缩回弹性增强。因此,发泡 PVOH 适合于易于污染环境的液态药品或危险品的缓冲外包装,当液体产品的内包装破损后,发泡 PVOH 可迅速吸收液体以防泄漏,可以起到缓冲的效果。

关键词: 发泡聚乙烯醇; 静态压缩; 吸水; SEM 图

中图分类号: TB484.3; TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2012)07-0001-03

Research on Cushioning Characteristics of Expanded Polyvinyl Alcohol

WANG Dong-mei, LI Yun, BAI Zi-you

(Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055, China)

Abstract: Flat compression and vertical compression tests of dry expanded PVOH, scanning electron microscopy (SEM) inspections, and static compression tests of expanded PVOH after fully absorbing water were carried out. The results showed that the cushioning performances of expanded PVOH differ slightly in different directions; its vertical compression characteristics are better than flat compression characteristics; dry expanded PVOH basically loses its resilience after being compressed; the walls of pores of expanded PVOH are bent after compression; the pores shrink and turn much more dense; its compressive stress-strain curve includes linear elastic zone, plateau zone and dense zone; compression performance of fully-water-absorbed expanded PVOH weaken significantly and its resilience improves. Therefore, expanded PVOH is suitable for cushioning package of environmental-harmful liquid medicine or dangerous goods. In case of leakage from inner package, expanded PVOH can absorb the liquid quickly, prevent package from liquid leakage and shows cushioning effect.

Key words: expanded polyvinyl alcohol (PVOH); static compression; water absorption; SEM image

聚乙烯醇(PVOH)具有超强的吸水能力,其吸水倍数可达到自身质量的几倍至几十倍,因其吸液后柔软细腻以及富有接近肌肉弹性的性质而被广泛应用于医疗领域,并将逐步代替纱布、医用棉花等传统用品。交联发泡的 PVOH 俗称海绵,其外观是开孔结构的泡沫板(片)、管、泡孔细密,通过染料或颜料调色能获得各种漂亮颜色,因其超强的吸水保水性能和吸湿后优良的弹性而用作化妆扑、洗脸扑等。发泡

PVOH 干态下是压缩弹性模量较大的硬质泡沫材料,具有较大的抗冲击和抗撕裂性能,但易于吸水而质地柔软、有弹性^[1-2]。发泡 PVOH 是一种能在自然环境中可以生物降解的高分子塑料,而且相对其它可降解的塑料在价格上是最便宜的。因此,它可用于液体产品的包装,尤其适合于污染环境的液态药品的缓冲外包装,以防液体的内包装破损后液体泄漏。

聚苯乙烯、聚乙烯、聚氨酯等发泡塑料作为缓冲

收稿日期: 2012-02-08

基金项目: 国家自然科学基金(50905120);广东省自然科学基金(S2011010001073);广东省高等学校高层次人才项目

作者简介: 王冬梅(1976—),女,河北人,博士,深圳职业技术学院教授,主要研究方向为包装结构与设计、运输包装、多孔材料力学性能表征。

材料应用于包装工业已有比较成熟的理论和经验参考^[3-5],然而目前尚无描述发泡聚乙烯醇用做包装材料时吸湿和缓冲性能的报道。因此,笔者拟对发泡PVOH吸湿前后的静态压缩力学性能进行测试,研究其缓冲特性,以保障该材料在缓冲包装中的应用。

1 试验

试验材料为亲水性聚乙烯醇发泡塑料,俗称海绵,美国 Talas 公司生产,材料的泡孔密度为 90%。试验在英国 Brunel 大学 Wofson 中心完成,因发泡聚乙烯醇的静态承载性能受环境温湿度影响比较大,试验在恒温恒湿室(温度:20℃,相对湿度:55%),借助万能材料试验机完成。参考的测试标准为《缓冲用包装材料静态压缩测试方法》^[6]。

用线锯切割发泡 PVOH 试样,试样尺寸为 50 mm×50 mm×30 mm,试样受到上部和底部载荷的作用。由于试样制备的方向性,静态压缩试验分为平面压缩试验和轴向压缩试验,平面压缩试验的试样面积为 50 mm×50 mm,试样厚度为 30 mm;轴向压缩试样的面积为 50 mm×30 mm,试样的厚度为 50 mm。实验操作在温度为(20±1)℃、相对湿度为 55%±1%的环境条件下进行,压缩位移变化率为(12±2)mm/min。

2 结果与分析

2.1 发泡 PVOH 平面方向静态压缩试验

发泡 PVOH 在常温常湿条件下的压缩应力应变曲线见图 1,其形状与预压后的蜂窝材料的压缩应力-

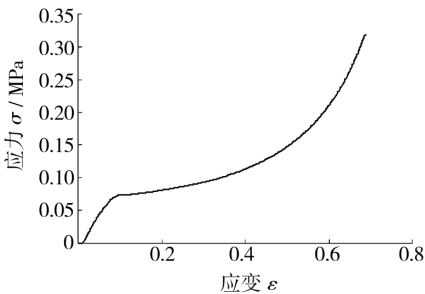


图 1 发泡 PVOH 平面压缩应力应变曲线
Fig. 1 Flat compression stress-strain curve of expanded PVOH

应变曲线相似^[7-8]。由图 1 可以看出:发泡 PVOH 在起始压缩阶段表现为线弹性行为,接着是坍塌平台

区,最后是密实化区。初始的线弹性是由孔壁弯曲引起,直至弹性屈服;当孔穴几乎完全坍塌,以至于相对的壁面接触时,进一步的应变使固体本身压缩,导致最后的应力迅速增大区,直至密实化区。图 2 是发泡

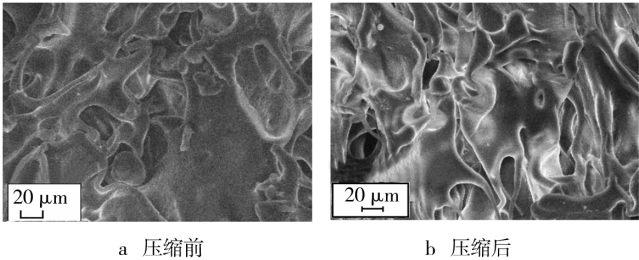


图 2 发泡 PVOH 压缩前后截面 SEM 图对比
Fig. 2 SEM images of expanded PVOH

PVOH 在常温常湿下压缩前后的扫描电镜照片,发泡 PVOH 压缩后,泡孔明显受到挤压而变得密实。

2.2 发泡 PVOH 轴向静态压缩试验

为了研究发泡 PVOH 是各向同性材料还是各向异性材料,对发泡 PVOH 进行了轴向压缩试验,图 3

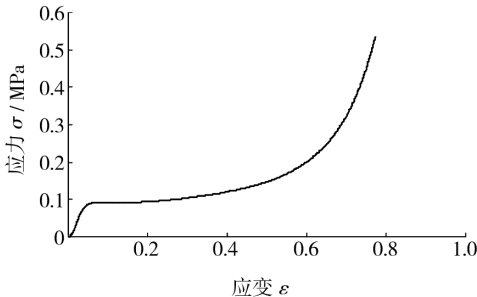


图 3 发泡 PVOH 轴向压缩应力应变曲线
Fig. 3 Vertical compression stress-strain of expanded PVOH

是常温常湿下发泡 PVOH 轴向压缩应力-应变曲线。图 3 与图 1 的曲线走势相同,但发泡 PVOH 轴向压缩的平台区比平面压缩的平台区要长,这主要与发泡 PVOH 的泡孔结构特征有关,图 4 是发泡 PVOH 平

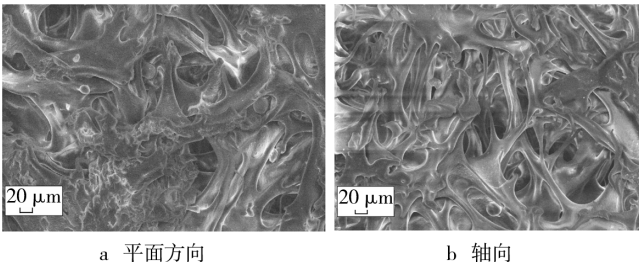


图 4 发泡 PVOH 平面方向和轴向 SEM 图对比
Fig. 4 Comparison of SEM images between flat and vertical directions

面方向和轴向的 SEM 照片。图 4 表明,发泡 PVOH 轴向的孔壁密度要大于平压方向,因此轴向压缩的平台应力略高于平压方向。

2.3 饱和吸水后的发泡聚乙烯醇静态压缩性能

试样饱和吸水后的尺寸为 $54\text{ mm} \times 54\text{ mm} \times 32\text{ mm}$,较干态下的试样尺寸略有增大,试样在标准温湿度下的质量为 11.9 g ,当饱和吸水后其质量为 46.8 g ,吸水率达 293% 。试样饱和吸水后的静态压缩应力-应变曲线见图 5。

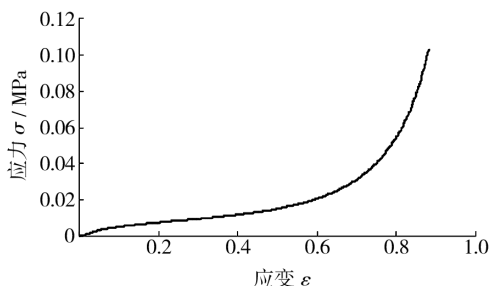


图 5 发泡 PVOH 饱和吸水后的静态压缩应力应变曲线

Fig. 5 Static compression stress-strain curve of expanded PVOH under water absorption balance

发泡聚乙烯醇饱和吸水后受压易于变形,且有水分释放出来;当撤掉外力,饱和吸水后的发泡聚乙烯醇迅速恢复原状,其弹性非常好。对图 5 和图 1 进行比较,可以看出发泡聚乙烯醇吸水后其承载性能明显减弱,饱和吸水后的发泡 PVOH 线弹性区延长,没有明显的平台区。

3 结论

通过对干态发泡 PVOH 平面、轴向压缩试验、SEM 测试和饱和吸水后的发泡 PVOH 的静态压缩试验,得出以下结论:(1)发泡 PVOH 的缓冲性能因其加工方向不同而略有不同,发泡 PVOH 的轴向承载性能略高于其平面承载性能;(2)干态发泡 PVOH 压缩后基本不具有回弹性,从其 SEM 照片看出,发泡 PVOH 压缩后泡孔孔壁弯曲,泡孔减小,泡沫变得密实;(3)饱和吸水后的发泡聚乙烯醇承载性能明显减弱,压缩回弹性增强。

借助发泡 PVOH 的以上性能特征,可以将发泡 PVOH 用于瓶装液态药品或危险品的包装。由于干态发泡 PVOH 具有优良的承载和吸能特性,适合于

硬质易碎产品(如玻璃瓶装液体)的包装,一旦瓶子破碎,发泡 PVOH 可以吸收液体,防止对环境造成污染。因此,发泡 PVOH 可以作为良好的药品或危险品包装材料。

参考文献:

- [1] CINELLI P, CHIELLINI J, LAWTON W, et al. Foamed Articles Based on Potato Starch, Core Fibers and Poly (vinyl alcohol) [J]. Polymer Degradation and Stability, 2006, 5(91): 1147—1155.
- [2] 吴雄, 陈红萍, 徐鹏, 等. 聚乙烯醇(PVA)发泡材料的研究[J]. 塑料, 2006, 35(4): 34—36.
WU Xiong, CHEN Hong-ping, XU Peng, et al. Investigations of PVA Foam [J]. Plastics, 2006, 35(4): 34—36.
- [3] 田春蓉, 梁书恩, 王建华. 长压缩应力-应变平台的聚氨酯弹性体泡沫的研究[J]. 塑料工业, 2010(7): 75—79.
TIAN Chun-rong, LIANG Shu-en, WANG Jian-hua. Study of Polyurethane Elastomer Foams with Long Compressive Stress-Strain Flat [J]. China Plastics Industry, 2010(7): 75—79.
- [4] 苏益声, 彭红圃, 熊国红. 聚氨酯硬泡材料本构关系研究[J]. 广西大学学报: 自然科学版, 2008, 33(4): 354—357.
SU Yi-sheng, PENG Hong-pu, XIONG Guo-hong. Study on Polyurethane Foam Material Constitutive Relationship [J]. Journal of Guangxi University (Natural Science Edition), 2008, 33(4): 354—357.
- [5] 路冰琳. 发泡聚乙烯缓冲材料的静态压缩缓冲曲线研究[J]. 包装工程, 2007, 28(2): 42—44.
LU Bing-lin. Research on Static Compression Cushion Curve of EPE Polyethylene Foaming Material [J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2): 42—44.
- [6] GB 8168—2008, 缓冲用包装材料静态压缩测试方法[S].
GB 8168—2008, Test Method of Static Compression of Packaging Materials for Cushioning Application [S].
- [7] WANG Dong-mei, WANG Zhi-wei, LIAO Q H. Energy Absorption Diagrams of Paper Honeycomb Sandwich Structures [J]. Packag Technol Sci, 2009, 22(2): 63—67.
- [8] GIBSON L J, ASHBY M F. Cellular Solids: Structure and Properties [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.