

充气袋承载与缓冲特性的试验研究

王雪芬, 陆佳平

(江南大学, 无锡 214122)

摘要: 针对影响充气袋包装基本特性的几个因素,如薄膜材料厚度、初始充气压力、结构尺寸,通过准静态压缩试验测定了其承载-变形特征,分析了各因素对充气袋的承载与缓冲特性的影响,为充气袋的结构设计与优化提供了依据。结果表明,充气袋承载力随着薄膜厚度、气室宽度和充气压力的增加均有所提高;多个气柱与单个气柱的承载力近似呈线性关系;充气袋具有良好的缓冲性能,不同因素对气柱最小缓冲系数影响不大。

关键词: 充气袋; 承载; 缓冲性能; 静态压缩

中图分类号: TB485.1; TB485.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)19-0055-04

Loading and Cushioning Performance of Air Filled Bag

WANG Xue-fen, LU Jia-ping

(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: Static compression experiments were carried on the air-bags with different material thicknesses, different initial air pressure, and different structure sizes to measure the loading-deformation characteristics. The factors influencing loading and cushioning characteristics were analyzed. The result showed that air-bags' bearing capacity increases with the film's thickness, gas pressure and gas cell's size increase; bearing capacity of multiple gas column is approximate linear relation with that of single gas column; air filled bag has good cushioning feature and cushioning coefficient is basically not influenced by the factors.

Key words: air-filled bag; bearing capacity; cushioning; static compression

充气袋是充气垫基于产品的应用,是指由多个连续气柱单体经一定的设计,热封成型能盛装物品的袋状产品,主要用于产品防护包装,可通过降低运输过程中的冲击加速度达到保护产品的目的^[1-2]。影响充气袋承载与缓冲性能的因素主要包括薄膜材料的力学性能、初始充气压力、气柱结构尺寸、逆止阀密封性等^[3-5]。同时,由于充气袋由多个气柱单体构成,其气柱缓冲性能直接影响着充气袋的整体缓冲性能,因此需要针对不同规格的气柱单体进行准静态压缩实验^[6]。通过测定其承载力-变形特征,并分析薄膜材料^[7-8]、初始充气压力、结构尺寸等因素对气垫的承载特性与缓冲性能的影响,研究获取基本影响规律,为分析充气袋整体缓冲性能影响因素提供依据,为充气袋基于不同产品包装要求的结构设计与应用提供指导。

1 实验

1.1 材料

实验材料:充气袋常见结构见图 1,采用的气柱

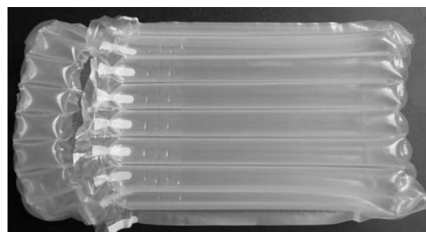


图 1 充气袋

Fig. 1 Air filled bag

材料均为 PE/PA/PE 的共挤薄膜,选取 5 种规格的气柱(薄膜厚度(μm)-气室宽度(mm)):60-30,75-20,

收稿日期: 2013-07-25

作者简介: 王雪芬(1987-),女,湖北人,江南大学硕士生,主攻运输包装。

75-30,75-40,100-30,气柱相关参数见表 1。

表 1 气柱相关参数

Tab.1 Related parameters of the air column			
规格	充气压强/kPa	气室长/mm	气室个数
60-30	40	200	1
75-20	40	200	1
	40		1/2/3/4/5
75-30	60	200	1
	80		1
	40		1
75-40	60	200	1
	80		1
100-30	40	200	1

1.2 方法

采用准静态压缩试验方法,测定气柱准静态压缩力-形变特征。参考 GB/T 8618—2008《包装用缓冲材料准静态压缩试验方法》^[9],压缩速度为 12 mm/min,最大压缩量约为试样的 80%。经过预试验发现气柱进行多次压缩试验得到的压缩-变形特征曲线几乎重合,因此每个气柱样品只进行一次试验。

在压缩过程中气柱的承载面积会随着压缩量的变化而发生变化。由于没有直接测量受力面积的仪器,因此在进行准静态压缩试验时,通过托色法来获得承载面积。即在气柱压缩面上涂颜料,在试验机上板贴白纸,在压缩过程中测量不同压缩变形下,白纸上颜料所覆盖的面积即为所求的承载面积。通过计算得到的数值拟合出所需的近似曲线进行分析比较。

2 结果与分析

2.1 气柱材料厚度对承载能力的影响

选取规格为 60-30,75-30,100-30 的气柱单体,充气至初始内压为 40 kPa,基于准静态压缩试验,得出其应力-应变特征,见图 2。

结果表明,气柱承载力随着薄膜厚度的增加有所提高,当薄膜厚度从 75 μm 增加至 100 μm 时,对承载力的影响显著性不大。

2.2 气室宽度对承载能力的影响

选取规格为 75-20,75-30,75-40 的气柱单体,充气至初始内压为 40 kPa,得出不同气室宽度气柱的应力-应变特征,见图 3。

结果表明,压缩量相同时,气柱气室宽度越小,则

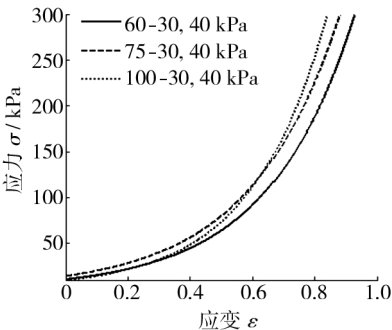


图 2 气柱薄膜厚度对承载能力的影响

Fig. 2 The effect of film thickness on the bearing capacity

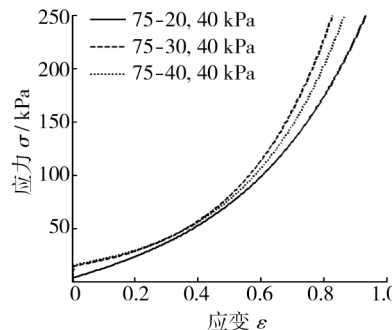


图 3 气室结构尺寸对承载能力的影响

Fig. 3 The effect of structure size on the bearing capacity

压缩力越大;进一步分析其应力-应变特征发现,20 mm 宽气柱气室的承载应力最小;在相同应变下,应力的大小随着气室宽度的增加有所提高;30 mm 与 40 mm 宽气室的承载力差异性并不显著。

2.3 多个连续气柱结构对承载能力的影响

选取规格为 75-30 的多个连续气柱结构,充气至初始内压为 40 kPa,分析多个连续气柱结构的影响,将多个连续气柱的承载力均分到每个气柱上,并与单个气柱的承载力进行比较,得出其承载特征,见图 4。

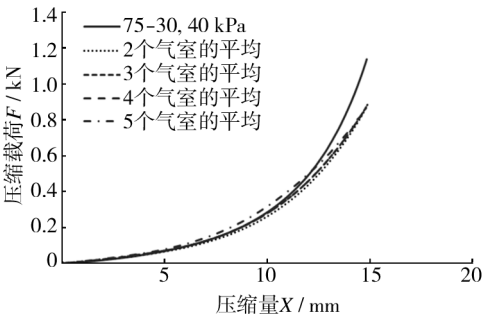


图 4 单个气室与多个气室的影响关系

Fig. 4 The relationship of the bearing capacity between single and multiple air columns

结果表明,多个气柱的平均承载力几乎相同,且在一定的形变量之前可认为与单个气柱的压缩-变形曲线重合;超过一定变形量后,平均单柱明显较单个气柱的承载力小,可能的原因是由于气室发生较大形变而受气室间挤压所致。从试验结果看,可以认为多个气柱与单个气柱在承载能力近似呈线性关系;在气柱发生较大压缩变形时,此关系会出现一定的偏差。

2.4 气柱充气压力对承载能力的影响

选取薄膜厚度为 $75\ \mu\text{m}$,气室宽度分别为 $30\ \text{mm}$ 和 $40\ \text{mm}$ 构成的气柱,得出不同初始充气压力下气柱的应力-应变特征,见图 5。

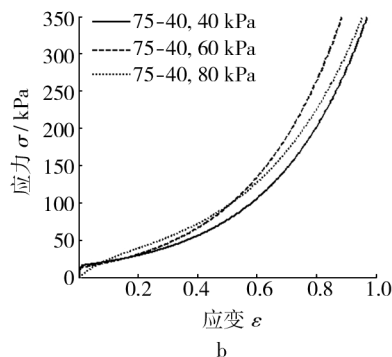
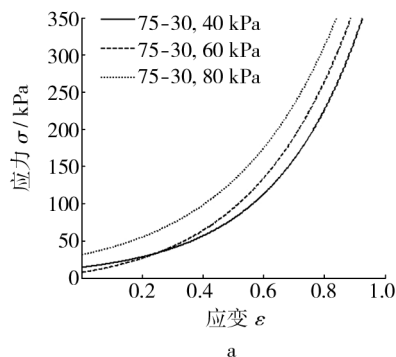


图 5 充气压力对承载能力的影响

Fig. 5 The effect of air pressure on the bearing capacity

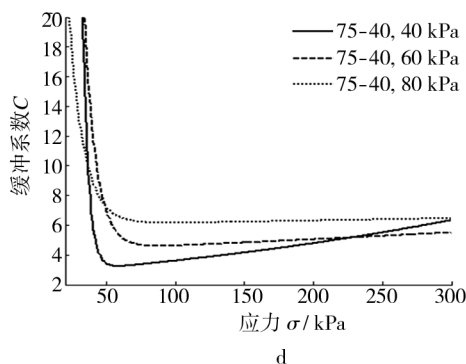
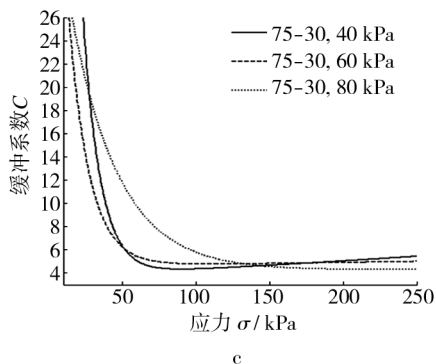
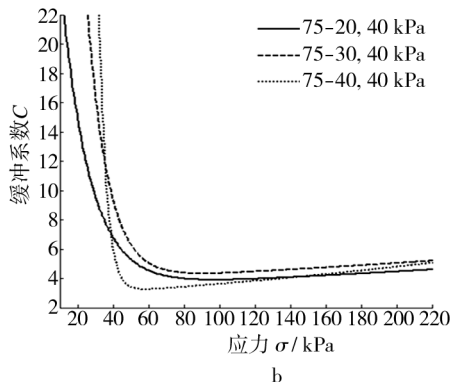
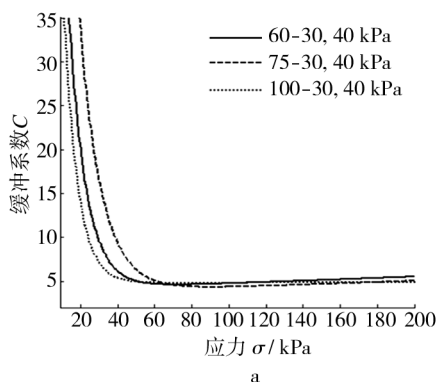


图 6 气柱缓冲系数-静应力曲线

Fig. 6 Static stress buffer coefficient curve of the air cushion

结果表明,对 $30\ \text{mm}$ 宽度气室的气柱,增加充气压力可明显提高气柱的承载力;对 $40\ \text{mm}$ 宽度气室的气柱,其承载力增加幅度较小。

2.5 气柱参数对充气袋缓冲性能的影响

通常采用缓冲系数来表征气柱的缓冲性能。通过之前试验研究结果,进一步分析比较不同因素对缓冲系数的影响,分别得出应力-缓冲系数曲线,见图 6。

结果表明,当应力达到一定的值时,均会表现出稳定的缓冲性能,且最小缓冲系数差异不大;使用较厚的材料、较宽的气室和较低的充气气压时,更易达到最小的缓冲系数。

3 结语

通过对充气袋进行准静态压缩试验研究,分析了薄膜厚度、气室宽度、充气压力等因素对充气袋承载与缓冲特性的影响。研究表明,充气袋结构与参数对充气袋的承载力有一定影响,随着薄膜厚度的增加、气室宽的增大、充气压力的提高,充气袋的承载力均有所提高;其中充气压力的影响最为显著,而薄膜厚度与气室宽度的增加在一定范围内对充气袋承载力的提高有明显影响;充气袋总体表现出良好的缓冲性能,缓冲特性表现比较稳定。研究所获得的基本影响规律对充气袋结构设计与应用具有良好指导意义。

参考文献:

- [1] GUNAWAN F E. Numerical Modelling and Experimental Verification of Airbag for Packaging Material Application [J]. International Journal of Mechanical and Materials Engineering, 2012, 7(1): 64-68.
- [2] MALASRI Siripong, AUNG Phyto, MOSER Katy, et al. Subsequent Impact Acceleration Analysis of Air Pillow Study[C]//Mid-South Annual Engineering and Sciences Conference, Christian Brothers University, Memphis, Tennessee, 2012.
- [3] 赵德坚. 充气量对充气缓冲包装垫缓冲性能的影响研究[J]. 包装工程, 2011, 32(13): 32-34.
ZHAO De-jian. On Influence of Gas Volume on Cushioning Property of Air Cushion[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 32-34.

- [4] 刘功, 宋海燕, 刘占胜, 等. 空气垫缓冲包装性能的研究[J]. 包装与食品机械, 2005, 23(2): 18-20.
LIU Gong, SONG Hai-yan, LIU Zhan-sheng, et al. The Study on Performance of Air Cushion Mats [J]. Packaging and Food Machinery, 2005, 23(2): 18-20.
- [5] 沈剑锋, 卢立新, 任冬远. 柱状塑膜空气垫承载与缓冲性能的试验研究[J]. 包装工程, 2008, 29(6): 6-7.
SHEN Jian-feng, LU Li-xin, Ren Dong-yuan. Research on Loading and Cushioning Performance of Plastic Cylinder Airbag [J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 6-7.
- [6] 明星, 赵燕, 卢杰, 等. 基于静态压缩试验的缓冲包装材料性能对比分析[J]. 包装工程, 2006, 27(2): 59-61.
MING Xing, ZHAO Yan, LU Jie, et al. Contrast and Analysis of Packaging Material Buffering Performance Based on Static Compression Testing [J]. Packaging Engineering, 2006, 27(2): 59-61.
- [7] 周吓星, 李大纲. 缓冲包装材料的力学理论和测试方法研究[J]. 中国包装, 2008(1): 91-94.
ZHOU Xia-xing, LI Da-gang. The Study on the Cushion Packaging Material Mechanics Theory and Test Method [J]. China Packaging, 2008(1): 91-94.
- [8] 周祥兴. 软塑包装讲座(十九)气垫薄膜[J]. 中国包装工业, 2002(7): 26-28.
ZHOU Xiang-xing. Air Cushion Film [J]. Packaging Industry of China, 2002(7): 26-28.
- [9] GB 8168—2008-T, 包装用缓冲材料静态压缩试验方法[S].
GB 8168—2008-T, Packing Cushion Material Static Compression Test Method [S].

(上接第 50 页)

- TU Zhi-gang, ZHOU Song-mao, JIANG Jian-ping, et al. Study on Time-effects of Heat-shrinkable Properties of BOPP Film [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(5): 5-8.
- [3] 涂志刚, 张莉琼, 蒋建平, 等. BOPP 薄膜光学性能的时效性及影响因素[J]. 塑料科技, 2010, 38(6): 58-61.
TU Zhi-gang, ZHANG Li-qiong, JIANG Jian-ping, et al. Study on Time-effectiveness and Influence Factors of Optical Properties of BOPP Film [J]. Plastics Technology, 2010, 38(6): 58-61.

- [4] 吴增青, 涂志刚. BOPP 薄膜生产过程中的取向与结晶[J]. 包装工程, 2002, 23(4): 35-39.
WU Zeng-qing, TU Zhi-gang. Orientation and Crystallization in Producing BOPP Film [J]. Packaging Engineering, 2002, 23(4): 35-39.
- [5] 陈广忠. BOPP 薄膜摩擦系数研究[J]. 包装工程, 2003, 24(3): 51-53.
CHEN Guang-zhong. Study on Friction Coefficient of BOPP Film [J]. Packaging Engineering, 2003, 24(3): 51-53.