

充气量对充气缓冲包装垫缓冲性能的影响研究

赵德坚

(湖南工业大学, 株洲 412008)

摘要: 为了对充气包装缓冲设计提供基本参数,以 2 种规格 of PVDC/PE 复合膜充气包装垫为研究对象,对不同充气量的充气包装垫进行了静态和动态的压缩实验,研究和分析了充气量对充气包装垫静态缓冲性能及动态缓冲性能的影响。

关键词: 充气包装垫; 充气量; 缓冲性能

中图分类号: TB485.1; TB485.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)13-0032-03

On Influence of Gas Volume on Cushioning Property of Air Cushion

ZHAO De-jian

(Hunan University of Technology, Zhuzhou 412008, China)

Abstract: The purpose of this study was to provide basic parameters for gas filling packaging design. Two PVDC/PE compound film gas filling packaging cushions with different specifications were selected as study objects. Static and dynamic compression experiments were carried on the air cushions with different gas volume. The influence of gas volume on static and dynamic cushioning properties of air cushion was analyzed.

Key words: air cushion; gas volume; cushioning property

充气包装垫是一种新型的缓冲包装方式,具有密度小、富有弹性等优点,有良好的隔音、防震、隔热、透光性能,同时化学稳定性好,且不腐蚀包装物品,不吸潮^[1]。

充气包装垫的气室有不同的形状和大小,其应用的产品也不同,应用的范围有电子领域、文物保护和仪器仪表工业等,随着电子商务的发展,网上的商家也将逐步采用充气包装垫作为产品的缓冲包装^[2]。

由于影响充气包装垫的因素很多,包括薄膜材料的力学性能、充气量、充气压力以及结构形状尺寸等^[3]。由于充气包装垫的缓冲效果与其充气量有很大关系,调整充气量可得到最佳的缓冲效果,所以笔者通过试验的方法研究充气量对充气包装垫缓冲特性的影响,为今后有关充气包装垫的应用提供支撑。

1 试验

充气量就是充气包装垫内部所包含的气体体积,利用真空充气机对充气时间控制的原理,在规定单位

时间气体流量的前提下,可用充气时间来控制充气量。

1.1 仪器与材料

仪器:万能材料试验机(WCJ-W 型,中国);缓冲材料冲击机(LansmotM23 型,美国)。

材料:选择 0.07 mm 和 0.10 mm 厚度的 PVDC/PE 复合膜作为充气包装垫材料,选择单气室充气包装垫进行缓冲性能实验,试样未充气时的尺寸为 150.0 mm×150.0 mm,试样不经环境预处理。由于其在试验过程中的接触面积有所不同,利用拓色的方法来测定一定压力下充气包装垫的实验接触面积^[3]。

1.2 充气量的确定

在试件厚度不变的前提下,根据原材料的抗拉强度确定充气压力,以充气时间和单位时间气体流量控制充气量,使形成的充气包装垫达到实验要求,充气量及缓冲性能试验参数见表 1。

1.3 方案

缓冲性能的测试主要有静态压缩和动态压缩 2 种。

收稿日期: 2011-03-21

作者简介: 赵德坚(1966—),女,湖南平江人,湖南工业大学工程师,主要从事包装工程实验教学和实验管理。

表 1 充气包装垫缓冲性能试验的试样参数

Tab.1 Specimen parameters for performance test of air cushion

| 规格 | 充气量 /cm ³ | 包装垫厚度 /mm | 试样编号 |
|---------------------------|-------------------------|--------------|-------|
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.07 mm | 452 | 10 | 7-10 |
| | 678 | 15 | 7-15 |
| | 1017 | 20 | 7-20 |
| | 1470 | 25 | 7-25 |
| | 2035 | 30 | 7-30 |
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.10 mm | 452 | 9 | 10-10 |
| | 678 | 13 | 10-15 |
| | 1017 | 18 | 10-20 |
| | 1470 | 23 | 10-25 |
| | 2035 | 28 | 10-30 |

静态压缩测试主要是用来测定缓冲材料的力变形性能,是按 GB 8168 要求,以(12±3)mm/min 的试验速度对试样施加静态压缩负荷,测定试样的形变情况,经过数据分析和处理后可以得出静态缓冲性能。

动态压缩测试主要是用于评定缓冲材料在装卸、搬运、运输过程中,由于冲击、振动等作用下的缓冲性能及其对内装产品的保护能力,是按 GB 8167 要求,利用逐步增大的重锤来模拟流通环境中的冲击载荷,用自由落体的方式对试样施加冲击载荷,测定试样受到冲击时产生的最大加速度值和静应力,确定试样的动态缓冲系数-最大应力曲线。本研究中动态压缩试验选择的跌落高度为 300 mm,采用的重锤质量范围在 1~5 kg。

2 结果与讨论

2.1 静态力变形性能分析

静态压缩实验结果见表 2,由表 2 可知:随着充气量的增加,充气包装垫的最大应力和最小缓冲系数都有所增大,而原材料厚度对最小静态缓冲系数的影响也出现明显的变化。例如,当原材料厚度为 0.07 mm 时,充气量为 1017 cm³ 的气垫最小缓冲系数为 4.775 1,而当原材料厚度为 0.10 mm 时,充气量为 1017 cm³ 的气垫最小缓冲系数为 6.7846。这是由于静态实验的速度较慢,气垫受压的过程缓慢,内部气压的增加也缓慢,使原材料有足够的时间产生塑性变形,而且原材料越厚,其耐压性能越好,气垫所显现出来的弹性刚度就越大,这时在所承受的应力一致的前

表 2 静态压缩实验结果

Tab.2 Results of static compression experiment

| 规格 | 充气量 /cm ³ | 包装垫 厚度/mm | 最大应力 /kPa | 应变 /% | 最小静态 缓冲系数 |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|----------|--------------|
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.07 mm | 452 | 10 | 1.325 4 | 0.490 | 3.790 7 |
| | 678 | 15 | 13.586 6 | 0.620 | 4.872 0 |
| | 1017 | 20 | 31.951 2 | 0.545 | 4.775 1 |
| | 1470 | 25 | 57.743 5 | 0.372 | 8.196 4 |
| | 2035 | 30 | 57.310 4 | 0.270 | 9.165 2 |
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.10 mm | 452 | 9 | 3.003 5 | 0.53 | 4.558 6 |
| | 678 | 13 | 25.616 8 | 0.673 | 4.538 0 |
| | 1017 | 18 | 45.430 2 | 0.385 | 6.784 6 |
| | 1470 | 23 | 85.271 2 | 0.260 | 10.357 8 |
| | 2035 | 28 | 88.788 6 | 0.190 | 12.222 6 |

提下,原材料厚度大的气垫的缓冲效率就比原材料厚度小的要小一些。

2.2 动态缓冲性能分析

动态缓冲实验结果见表 3,通过动态压缩实验,测得试样所产生的最大加速度 G_m 值。

表 3 动态压缩实验结果

Tab.3 Results of dynamic compression experiment

| 规格 | 充气 量 /cm ³ | 包装垫 厚度 /mm | 静 应力 /kPa | 冲击 加速度 /g | 最大 应力 /kPa | 最小 动态缓 冲系数 |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.07 mm | 452 | 10 | 1.634 1 | 46.03 | 75.216 | 1.534 3 |
| | 678 | 15 | 1.919 5 | 43.34 | 83.192 5 | 2.167 0 |
| | 1017 | 20 | 1.992 3 | 45.36 | 97.370 3 | 3.024 0 |
| | 1470 | 25 | 2.141 5 | 40.89 | 87.565 8 | 3.407 5 |
| | 2035 | 30 | 1.853 7 | 47.89 | 88.771 8 | 4.789 0 |
| PVDC/PE 复合膜 厚度 0.1 mm | 452 | 9 | 1.663 3 | 44.03 | 73.234 8 | 1.467 7 |
| | 678 | 13 | 1.986 8 | 46.06 | 91.510 2 | 2.303 0 |
| | 1017 | 18 | 2.043 1 | 48.77 | 99.642 9 | 3.251 3 |
| | 1470 | 23 | 2.147 7 | 42.59 | 91.470 0 | 3.549 2 |
| | 2035 | 28 | 2.163 3 | 42.76 | 92.501 7 | 4.276 0 |
| 气泡包装膜 | | | 1.637 2 | 78.13 | 127.912 6 | 3.906 5 |

由表 3 可知:随着充气量的增加,充气包装垫所产生的最大冲击加速度在 42~49 g 之间,与气泡包装膜相比较有大幅度降低,这说明充气包装垫的大气室结构对于动态冲击的缓冲效果远好于气泡包装膜;随着充气量的增加,最小动态缓冲系数也有所增大,例如充气量为 678 cm³ 时,气垫最小动态缓冲系数为 2.167,而当充气量为 1470 cm³ 时,气垫最小动态缓冲系数为 3.407 5,这说明随着充气量的增加,气垫的

弹性刚度越来越大,在跌落高度和静应力相同的情况下,所显现出来的缓冲效率就越低。与静态压缩实验结果不同的是:随着充气量的增加,原材料厚度对最大冲击加速度和最小动态缓冲系数的影响并未出现明显变化,这是因为动态实验的速度远大于静态实验压缩速度,使气垫内部气压也在冲击瞬间完成从上升到最大又恢复到初始状态的全过程,使原材料薄膜还没来得及在气压增大的作用下出现塑性变形,气压已随冲击的结束恢复到初始状态。

实验中也发现,充气量的范围必须与充气袋的尺寸相适应,如果充气量太少,例如实验所用充气袋,在充气量小于 452 cm^3 时,由于气垫高度不够,在瞬间冲击过程中,会出现产品触底的现象;如果充气量过大,例如实验所用充气袋,在充气量多于 $2\ 035 \text{ cm}^3$ 时,由于在瞬间冲击过程中,内部气压瞬间超过原材料的塑性屈服点,则会出现气垫破裂的现象。

2.3 充气缓冲包装垫的实际应用分析

由实验可知,充气袋的充气量在 $452 \sim 1\ 017 \text{ cm}^3$ 时,充气包装垫的静态缓冲性能较好,但在受到瞬间冲击时可能会出现产品触底现象,因此适合用做多气室组合的充气缓冲包装垫,可以弥补其气垫缓冲厚度的缺陷。

充气袋的充气量在 $1\ 470 \sim 2\ 035 \text{ cm}^3$ 时,充气包装垫可以承受较大的应力,可做成中型充气缓冲材料,气泡尺寸较大,适合快速填充各种异形内装物与纸箱之间的空当;还可以将充气包装垫薄膜与其他薄膜复合后制成复合袋,将产品放入袋内后充气并密封,形成全面缓冲包装,对产品进行全面保护。

3 结论

通过对充气量不同的充气包装垫进行缓冲性能试验研究和分析发现:随着充气量的增加,最小静态缓冲系数和最小动态缓冲系数都会有所增大,但充气量的范围必须与充气袋的尺寸相适应。由此可以看

出,随着充气量的变化,充气包装垫的适用范围比气泡包装膜更广阔,因此充气包装垫既可用于小型、轻型产品的包装,又可用于中型产品包装;既可用于部分缓冲包装,又可用于全面缓冲包装。在实际应用中,用户可根据被包装物的重量和缓冲包装设计的要求选择合适充气量的充气包装垫;考虑到绿色环保、节约能源以及对被包装物的保护功能,也可以通过改变原材料厚度和气垫结构尺寸来调节其缓冲性能。

参考文献:

- [1] 徐人平. 包装新材料与新技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [2] 张书彬,肖梦兰. 浅谈缓冲包装材料[J]. 包装工程,2002,23(3):111-112.
- [3] 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.
- [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.
- [5] 杨嫣红,王志伟. 缓冲材料及其性能研究进展[J]. 包装工程,2002,23(4):96-99.
- [6] 明星,赵艳,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.
- [7] 巩桂芬,刘乘. 缓冲包装材料性能的研究[J]. 陕西科技大学学报,2006,24(3):77-80.
- [8] 彭国勋,宋宝丰. 物流运输包装设计[M]. 北京:印刷工业出版社,2006.
- [9] 王青. 包装用缓冲材料性能分析[J]. 中国包装,2007(3):76-78.
- [10] 张安宁,童小燕,刘效云,等. 不同速率下蜂窝纸板静态压缩特性的试验研究[J]. 包装工程,2004,25(3):19-20.
- [11] 吴丽娟,姜帅. 三种常见缓冲材料的动态压缩缓冲性能[J]. 中国水运,2006,6(11):62-64.
- [12] 雷杰,李鑫,李杰. 新型充气式防震包装的研究[J]. 温州大学工业工程学院,2007(3):34-35.
- [13] 苏远,汤伯森. 缓冲包装理论基础与应用[M]. 北京:化学工业出版社,2006.

(上接第 16 页)

- [5] 朱皞,葛正浩,苏鹏刚,等. 基于 ADAMS 的平行分度凸轮机构的动力学仿真[J]. 包装工程,2009,30(6):1-4.
- [6] 潘双夏,刘静,冯培恩. 基于虚拟样机的挖掘机器人轨迹规划控制仿真和优化技术研究[J]. 中国机械工程,2001,16(21):1926-1930.

- [7] 邹慧君,张春林,李杞仪. 机械原理[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [8] 赵雷,梅顺齐,付方波. 基于 ADAMS 的剑杆织机打纬共轭凸轮廓廓计算的新方法[J]. 现代机械,2008(4):40-43.