

应力-能量法在求取包装材料最大加速度-静应力曲线方面的应用分析

刘乘, 刘晶

(陕西科技大学, 西安 710021)

摘要: 应力-能量法在测定包装材料缓冲特性曲线方面弥补了传统方法中的诸多缺陷, 对利用此法测定缓冲材料最大加速度-静应力曲线的方法和步骤进行了详细的介绍和分析。发现此法以假定缓冲材料受到冲击过程中没有能量损失为前提, 而这种前提是难以实现的, 从而对此方法的应用和推广进行了部分研究。

关键词: 应力-能量法; 缓冲材料; 最大加速度-静应力

中图分类号: TB484; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)01-0074-02

Application of Stress-energy Method in Determination of Packaging Material's Buffer Characteristics

LIU Cheng, LIU Jing

(Shannxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: Application of stress-energy method in determination of packaging material's buffer characteristic can supply a gap of traditional methods. The methods and steps to determine G_m - σ_{st} curves of cushion materials were introduced and analyzed in details. The assumption of the method is the premise of none energy losses during the buffer material impacted, which is hard to realize. Application and popularization of stress-energy method needs to be further studied.

Key words: stress-energy method; cushion materials; G_m - σ_{st} curve

目前国内设计缓冲包装的依据主要为 1986 年美国 lansmont 公司创立的“缓冲包装设计六步法”^[1], 根据产品脆值和缓冲材料特性设计缓冲材料的结构并确定其最佳尺寸。传统方法确定产品的脆值不仅成本高, 而且试验复杂。目前较好的方法是利用基于有限单元法的仿真分析软件进行仿真分析, 以之确定产品脆值^[2]。从而解决了求取产品脆值难的问题, 而传统测定缓冲材料缓冲特性曲线的方法仍然存在以下缺点: 一次试验结果只能得出该缓冲材料在某一特定高度的缓冲曲线; 由于机台的限制, 传统方法测定的最大加速度-静应力曲线的开始部分及结尾部分均靠拟合或估算得出, 不够精确; 传统方法无法测定出任意高度下的缓冲曲线^[3]。

针对以上情况, 美国 Matthew Datum 博士等提出了用测定泡沫塑料的缓冲曲线的应力-能量法, 解

决所面临的问题。

1 应力-能量法的原理和方法介绍

利用应力-能量法的目的是得出缓冲材料的 G_m - σ_{st} 曲线。此方法基于大量实验后给出动能公式:

$$E = \frac{\sigma_{st} h}{t}$$

式中: E 为动能; σ_{st} 为静应力; h 为跌落高度; t 为缓冲材料厚度。

测定缓冲材料最大加速度-静应力曲线的方法及步骤:

1) 按照国标定义的动态冲击试验方法, 记录冲击加速度 G (试验直接记录), 跌落高度 h , 材料密度 ρ , 厚度 t , 表面积 A , 重锤重量 m , 准备数组试样进行

冲击试验。根据 $\sigma_m = G\sigma_{st}$, $E = \frac{\sigma_{st}h}{t}$ 计算每组动应力及动能: σ_m, E 。

2) 选择常用的以自然对数的底做参数的指数函数表示, 根据试验所得数据拟合曲线, 存在 $\sigma_m = ae^{bE}$ 的指数关系, 确定常数 a, b 。

3) 利用 $\sigma_m = G_m\sigma_{st}$ 得: $G_m = \frac{\sigma_m}{\sigma_{st}} = \frac{ae^{bE}}{\sigma_{st}}$ 。

从而可以得出缓冲材料的 G_m - σ_{st} 曲线。

2 应力-能量法的相关探索及存在的问题

张波涛根据应力-能量法做了诸多验证并得出以下结论: 利用应力-能量法测定的最大加速度-静应力曲线, 是靠测定数据并按照科学理论进行推算的, 因此, 其曲线横坐标范围可以从 0 到无穷大, 包含了所有的应力点; 且每测定一次即可得到该材料在任意高度、任意缓冲厚度下的最大加速度-静应力曲线, 非常快捷、方便^[4]。

但是值得继续探讨的问题在于, 利用应力-能量法确定缓冲材料最大加速度-静应力曲线所必须假定的前提是: 缓冲材料在受到冲击过程中没有能量损失, 即: 重锤跌落的重力势能全部被缓冲材料吸收, $mgh = E_c$ 。但是实际情况是: 重锤的重力势能并未全部被缓冲材料吸收, 冲击后重锤会发生反弹并带走一部分能量, 也就是说 $mgh = E_c + \frac{1}{2}mv^2$, 其中 v 为重锤反弹时的初始速度^[5]。那么利用应力-能量法所给出的动能公式 $E = \frac{\sigma_{st}h}{t}$ 计算的能量就不是特别精

准。而在要求精确的前提下, 利用定义 $E_c = \int_0^x Fdx = At \int_0^{\epsilon} \sigma d\epsilon$ 计算所得结果更可靠^[6]。

3 结语

应力-能量法确定缓冲材料最大加速度-静应力曲线的方法的确简便易行, 而且基于试验数据进行推算, 能得到更为完整的特性曲线。但是介于此法所必须假定的缓冲材料在受到冲击过程中没有能量损失的前提, 在对此法进行推广和应用的同时, 还应进一步探索和验证。此法确实拓宽了了解包装材料缓冲特性的道路。在一些没有精确度要求的场合下, 仍可作为首选考虑。

参考文献:

- [1] 彭国勋. 物流运输包装设计[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2006.
- [2] 陈满儒, 张波涛. 基于 ANSYS 的产品缓冲包装的分析与设计[J]. 包装工程, 2006, 27(6): 206-208.
- [3] 刘乘, 陈绍德, 宋海燕. 缓冲包装材料动态压缩试验的数据采集及其处理系统[J]. 包装工程, 2001, 22(5): 4-6.
- [4] 张波涛. 应力-能量法在测定泡沫塑料缓冲曲线中的应用[J]. 包装工程, 2008, 29(1): 59-65.
- [5] 许文才. 包装测试技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1994.
- [6] 山静民. 包装测试技术[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2006.

(上接第 35 页)

参考文献:

- [1] RIDGWAY C J. Ink-Coating Adhesion: The Importance of Pore Size and Pigment Surface Chemistry[J]. Journal of Dispersion Science and Technology, 2004, 25(4): 469-480.
- [2] 黄崇杏. YH-1 表面施胶剂在包装纸中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(8): 43-45.
- [3] 沈一丁. 造纸化学品的制备和作用机理[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [4] 蓝平. 次氯酸钠氧化淀粉的制备工艺研究[J]. 广西民族学院学报(自然科学版), 2006, 12(3): 104-106.
- [5] 张晖. 颜料化表面施胶对纸张喷墨印刷打印性能的影响[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 75-77.
- [6] 杨丽珍. 助剂对水性 UV 固化丝网印刷塑料油墨附着力的影响[J]. 包装工程, 2008, 29(9): 32-40.
- [7] SAUER B B. Surface Tension and Melt Cohesive Energy Density of Polymer Melts Including High Melting and High Glass Transition Polymers[J]. Macromolecules, 2002, 35(18): 7024-7030.
- [8] 阿方萨斯 V 波丘斯. 粘剂与胶黏剂技术导论[M]. 潘顺龙, 译. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [9] GARRETT P D. Characterization of Polymers for Paper Surface Sizing Using Contact Angle Methods[J]. Tappi Journal(USA), 1998, 81(4): 198-203.