



中华人民共和国国家标准

GB/T 18943—2008/ISO 4651:1988
代替 GB/T 18943—2003

多孔橡胶与塑料 动态缓冲性能测定

Cellular rubbers and plastics—
Determination of dynamic cushioning performance

(ISO 4651:1988, IDT)

2008-04-01 发布

2008-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准等同采用 ISO 4651:1988《多孔橡胶与塑料 动态缓冲性能测定》，包括其修正案 ISO 4651-Amd. 1:2006。

本标准代替 GB/T 18943—2003《多孔橡胶与塑料 动态缓冲性能测定》。

本标准等同翻译 ISO 4651:1988。

为便于使用，本标准做了下列编辑性修改：

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”；
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“，”。

本标准与 GB/T 18943—2003 的差异如下：

- 增加了警告；
- 更新了引用标准(见第 2 章)；
- 修正了 2003 年版中翻译错误和文字编辑性错误。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国石油和化学工业协会提出。

本标准由全国橡胶与橡胶制品标准化技术委员会橡胶杂品分会(SAC/TC 35/SC 7)归口。

本标准起草单位：杭州顺豪橡胶工程有限公司。

本标准主要起草人：张庆虎。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 18943—2003。

多孔橡胶与塑料 动态缓冲性能测定

警告——使用本标准的人员应有正规实验室工作的实践经验。本标准并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施,并保证符合国家有关法规规定的条件。

1 范围

本标准规定了通过测量物体落在试片上时的最大减速度,测定多孔橡胶材料和刚性及软质泡沫塑料的动态性能的试验方法。此试验主要是供质量保证使用的。而且这种试验也被用来获得设计数据,因此附录 A 中的注释可以对设计数据予以帮助。

本标准只适用于包装用材料。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境(GB/T 2918—1998, idt ISO 291:1997)

GB/T 2941 橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序(GB/T 2941—2006, ISO 23529:2004, IDT)

GB/T 6342 泡沫塑料与橡胶 线性尺寸的测定(GB/T 6342—1996, idt ISO 1923:1981)

HG/T 2867 橡胶或塑料涂覆织物 调节与试验的标准环境(HG/T 2867—1997, idt ISO 2231:1989)

ISO 845 泡沫塑料和橡胶 表观(体积)密度的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

静应力 static stress

σ_{ST}

落锤总质量与附加质量乘以重力加速度 g_n ,再除以试片的原始面积。

3.2

峰值减速度 peak deceleration

a

落锤冲击试片时的最大减速度,在国际单位制(SI)中,用 m/s^2 表示。

3.3

位移曲线 displacement curve

曲线表明在冲击期间由于时间因素,受冲击试片表面的位移情况(见附录 A)。

3.4

动态应力 dynamic stress

落锤对试片施加的减速力除以试片的原始面积。

3.5

减速力 deceleration force

落锤质量乘以落锤的瞬间减速度。

3.6

应变 strain

用试片原始厚度的百分比来表示的位移。

3.7

动态压缩曲线图 dynamic compression diagram

曲线图表明了缓冲材料在受冲击时的动态应力(单位面积上的减速力)与应变(位移/厚度)两者之间的关系。在一定的应变(动态压缩)条件下,曲线的斜率可作为已知冲击速度和试片厚度的特性常数(见附录 A)。

3.8

缓冲曲线图 cushioning diagram

此曲线图表明:厚度 L_0 的试片受静应力 σ_{ST} 作用时的峰值减速度 a 与表面位移的最大值 ΔL_{max} 的函数关系(见附录 A)。

3.9

峰值减速度修正值 a_c corrected value of peak deceleration

试片原始厚度偏离标准厚度 50 mm 的极小偏差经过修正后的最大减速度。峰值减速度修正值等于测得的最大峰值减速度乘以原始厚度,再除以标准厚度。

3.10

相等落高 equivalent drop height

h

试验期间,在标准重力加速度、真空、自由落下的条件下,能使落锤获得相同冲击速度的高度。相等落高以米为单位,用下式计算:

$$h = \frac{v^2}{2g_n}$$

式中:

v ——落锤冲击速度,单位为米每秒(m/s);

g_n ——自由落体标准加速度,9.806 65 m/s²。

4 仪器

4.1 总则

仪器应包括一个表面比试片大的平底落锤、一个至少相当于落锤质量 100 倍的一个垫板且表面与落锤底面平行,动态试验设备的两种基本型号见图 1 和图 2,图 1 为垂直导向下落式测试仪,图 2 为摆式测试仪。垂直导向下落式测试仪的落锤沿垂直导向杆落到垫板上的试片上。

垂直导向下落式测试仪适于高减速试验和(或)高静态应力试验;摆式测试仪适于相对低减速或低静态应力试验。

落锤带有一个记录冲击时减速峰值的记录仪,精度为±5%,最好是脉冲记录仪。该记录仪同时能直接测量冲击前落锤的速度,精度为±5%。能记录落锤在冲击试片前 25 mm 范围内的数字式记时器,精度为±1%。该测试应在落锤距冲击试片 5 mm 位置内测量。

应在落锤的中心安装有符合 4.2.1 要求的传感器,以防落锤偏差。冲击传感器的信号线不宜过长,以免造成过多的连接缠绕。

落锤的质量在静应力规定的范围内可进行调整。另外,可配备多个落锤供选用。当用增加质量的方法调整落锤时,建议把所加质量加到落锤的上表面上。

落锤和垫板都应有足够的强度和硬度,这样,不必要的振动在减速时间曲线上就不会被记录下来。落锤振动的固有频率应与产品实际使用时的频率一样高,最好高于 1 000 Hz。

试验前,应检查冲击时落锤的速度;该速度至少应是等值自由落体速度的95%。等值自由落体速度用式(1)计算:

$$v_g = \sqrt{2g_n h} \quad \dots\dots\dots(1)$$

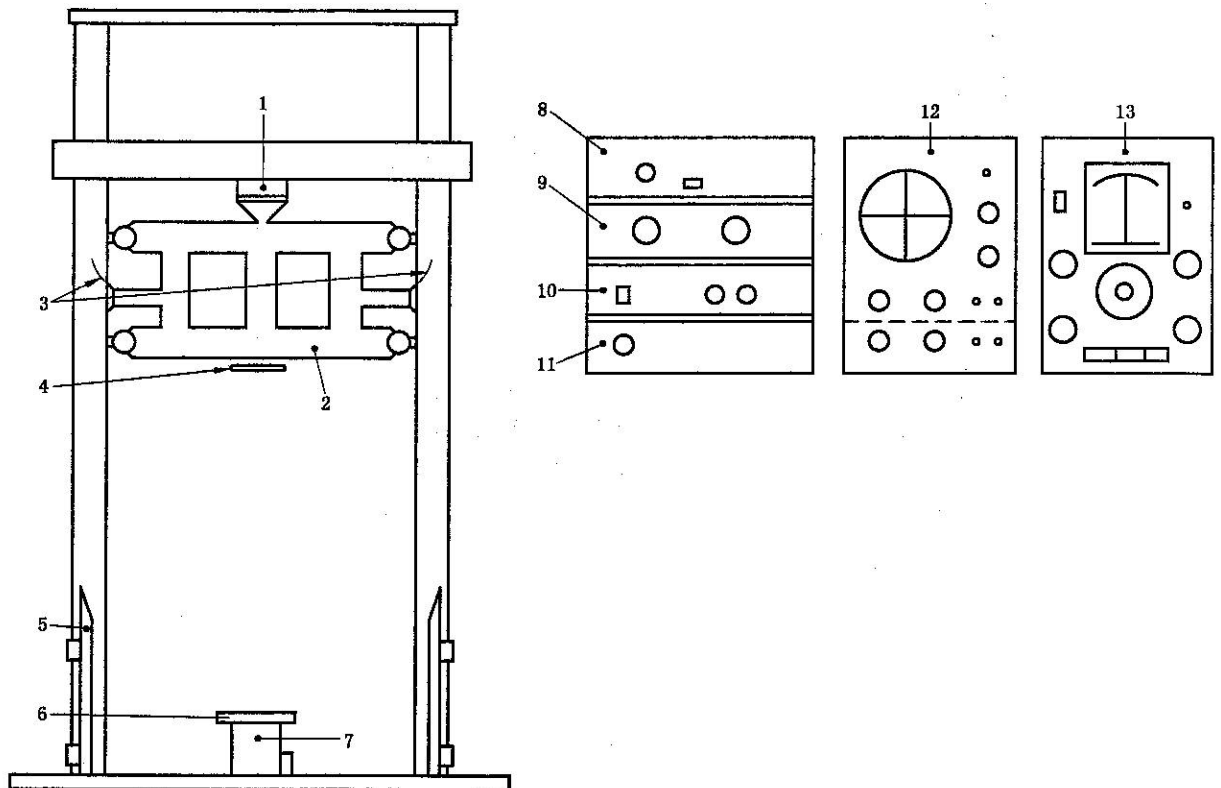
式中:

- v_g ——自由落体的终点速度,单位为米每秒(m/s);
- g_n ——自由落体标准加速度,即9.806 65 m/s²;
- h ——试片上方落锤的高度,单位为米(m)。

注:当试片放在垫板上时,落锤装置一定要保证操作人员的安全,建议使用安全开关控制。

4.2 记录装置

记录减速-时间脉冲的装置应包括一个传感器、一个放大器和一个记录仪。传感器通常分压电型或应变型两种,应根据不同传感器型号,选择具体的记录装置。任何记录装置(包括传感器和记录仪)都应有一个适当的响应频率,以测量峰值减速度,精度为±5%。通常,柔性泡沫材料所获得的减速-时间脉冲曲线在小缓冲位移处的瞬间脉冲接近于半正弦波,而高缓冲位移的缓冲曲线为三角形或甚至是火花状波,如图3所示。对硬泡沫材料冲击压缩时,由于冲击产生高缓冲位移,加速-时间脉冲曲线在起始阶段急剧升高,随后,在减速前常出现一个恒定值(或接近恒定值)。需要测量瞬间脉冲的频率响应范围要比预料的宽广。所以要准确了解记录装置各主要元件的功能和作用。



- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1——电磁铁; | 8——压力室超压报警器; |
| 2——底座; | 9——照相灯光自动供给装置; |
| 3——位移电位计的滑动接触器; | 10——电磁铁供给和位移电位计供给装置; |
| 4——落锤; | 11——所有设备的交流稳压器; |
| 5——位移电位计; | 12——双光束示波器,0~300 kHz,带自动照相; |
| 6——试片垫板,950 g; | 13——载波放大器,50 Hz。 |
| 7——压力室,0~50 kN; | |

图1 测定缓冲性能用落锤装置示意图

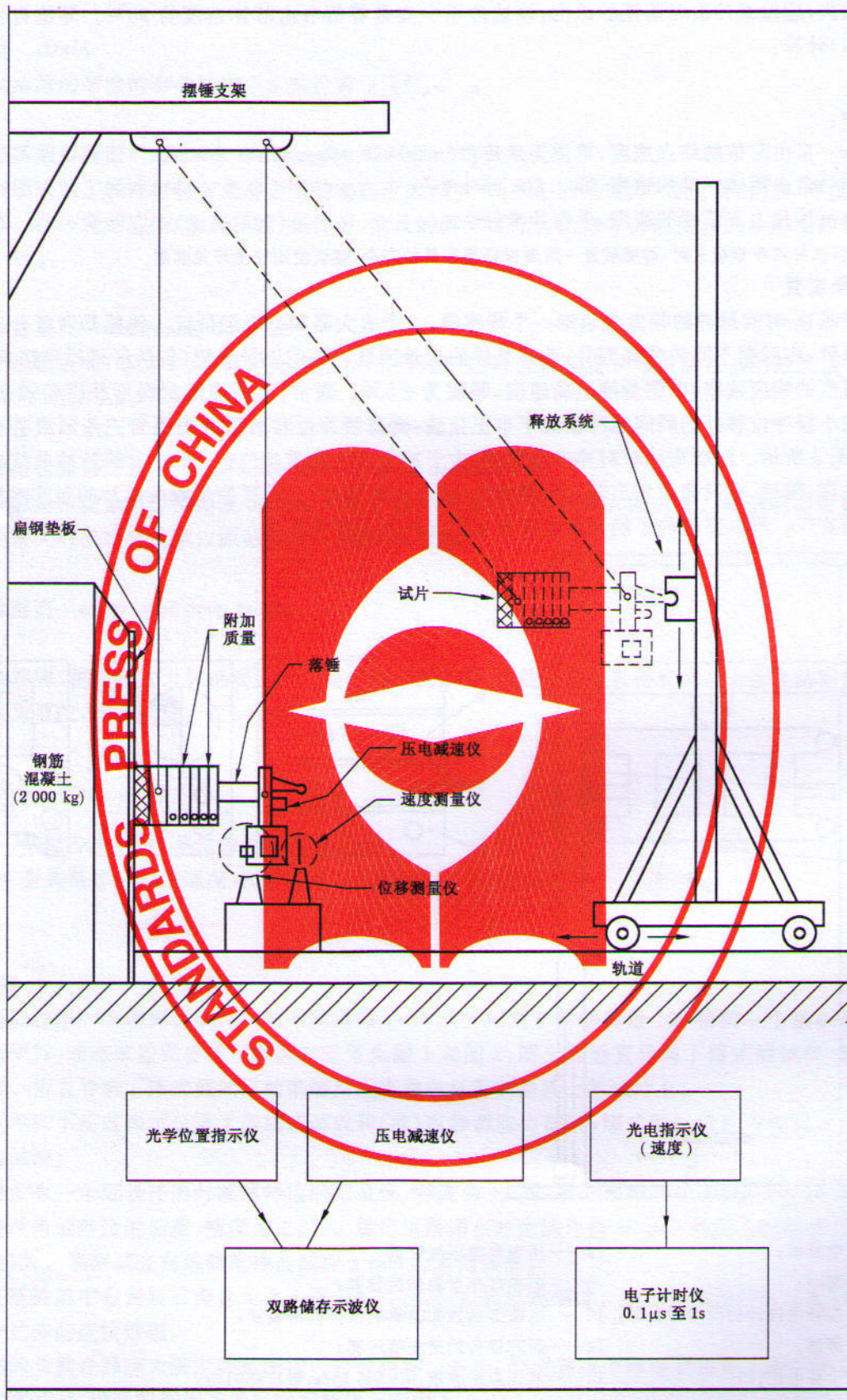


图 2 测定动态缓冲性能用摆锤仪示意图

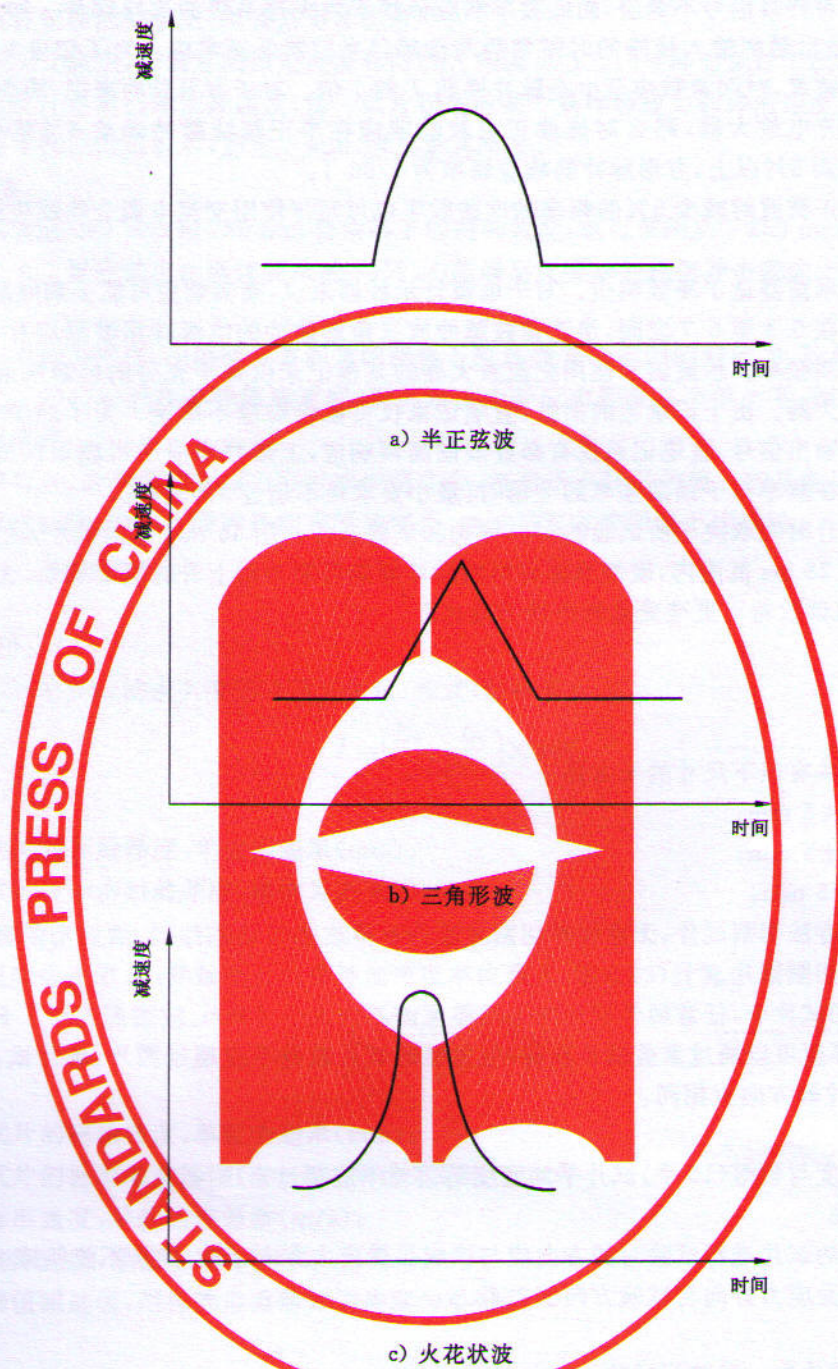


图3 减速度时间脉冲曲线

4.2.1 传感器

一般来说,传感器分压电型和应变型两种。压电型减速仪几乎没有固有的缓冲作用,如果响应频率太低,则可能通过减速脉冲引起响应,产生减速脉冲错误。总的说来,这些都可通过调整使传感器的固有振动频率的减速脉冲在 T 周期内不超过 $1/20$ 而避免。然而,对于半正弦波脉冲或最初快速上升的脉冲来说,振动的固有周期小于脉冲周期的 $1/10$ 或小于脉冲上升时间的 $1/6$ 就足够了。

应变型或感应型减速仪有较高的固有缓冲作用(临界点在 0.4 与 0.7 之间)。在测量峰值减速度时为了获得一个比 5% 还好的精度,对半正弦波或三角形脉冲来说,减速仪的固有振动频率应小于脉冲周期的 $1/3$ 。对于最初快速上升的脉冲来说,固有振动频率应小于上升时间的 $1/6$ 。建议使用环状剪切型压电传感器,它的电抗元件与顶部连接的托架是隔离开的。

压电型减速仪对持续信号不响应,而低频率响应依赖于放大器系统的连接部件。如果是阴极输出器,那么可用阴极输出器的输入线路的时间常数与传感器来控制低频响应。为了记录5%以内的半正弦波脉冲的峰值减速度,时间常数应至少是脉冲周期 T 的7倍。对于方形脉冲来说,响应值应是 $20T$ 。

如果连接的是充电放大器,那么对连续正弦波的响应在半正弦波脉冲误差5%范围内的频率为 $1/22 T$ 时不会减小到5%以上,方形脉冲的响应频率为 $1/50 T$ 。

在连续响应半正弦波时减少5%的频率的这些数字也可用于使用交流电耦合的那些放大系统。

4.2.2 记录仪

通常阴极射线示波器适于高频响应。对于电流计示波器来说,高频响应可能受到限制,因为这些设备通常缓冲临界值在0.4至0.7之间,半正弦波脉冲或三角形脉冲的电流计示波器应有一个小于脉冲周期 $1/3$ 的固有振动频率。示波器和使用交流放大器的其他记录仪有不充分的低频响应,应考虑增加上述提到的充电放大器。由于记录笔的惯性,直笔记录仪可能会响应不准确。为了减少来自试验设备内的机械共振的假输出信号,直笔记录仪有必要限制高频响应,上限频率应尽可能地保持高,以满足假信号的充分衰减。在频率等于预期频率的2倍时,最小要求是不超过5%衰减。

脉冲周期和上升时间取决于所试验的材料种类和试验条件。用50 mm厚的试片,软泡沫海绵的脉冲周期在10 ms至25 ms范围内,硬性泡沫材料的脉冲周期可能会随上升时间而缩短,大约是2 ms至5 ms之间。用峰值读数器可更准确地测出冲击减速度。

5 试片

5.1 形状与尺寸

试片应是一个具有以下尺寸的长方体:

长度:150 mm \pm 5 mm;

宽度:150 mm \pm 5 mm;

厚度:50 mm \pm 5 mm。

应采用适当的方法切割试片,无论何种切割方法均不得改变其动态性能,例如用带锯或锐刀,但不应使用热的金属丝切割试片。

在10个一组的试片中,任意两个试片的平均厚度差不应大于2 mm,应按照GB/T 6342规定的方法进行测量,试片厚度可以通过重叠试片获得,但重叠的试片数量不应超过两片,单片试片厚度不得少于20 mm,重叠试片的方向应相同。

5.2 均匀性

每一试片的密度与该组(10个)试片平均密度的偏差不应超过 $\pm 10\%$ 。

5.3 试验的取向性

从成品中切割的试片进行试验时的方向应与该成品受应力方向一致,如果不能保持一致,则应在试验报告中载明成品受应力方向与试验方向的关系。

5.4 试片数量

至少用10个试片为一组进行试验。

6 试片的预调节和试验条件

试样应在制造后不少于72 h以后进行试验。试验前,应按照GB/T 2918、GB/T 2941或HG/T 2867的规定对试片至少静置16 h。在出现争议情况时,试验条件应一致,如选择温度为 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $50\%\pm 5\%$ 的标准试验条件。

样品应在制造72 h后进行处理。除非供需双方同意另定,试验应在同一条件下进行。

7 试验步骤

7.1 总则

按5.1要求取试片的原始厚度,按ISO 845测量每一片试片的密度,确保落锤在安全位置。

把试片放在仪器的垫板上,准备落锤冲击试片。

按 7.2 和 7.3 规定,以固定的预定速度和静应力每隔 $60\text{ s} \pm 15\text{ s}$ 冲击试片 1 次,共 3 次。测量落锤第一次和第三次冲击时的峰值减速度,每一试片仅适应某一具体静应力和冲击速度。

试片受到 3 次冲击试验后,静置 5 min,再测量其厚度。

7.2 冲击速度

使用相当于从 250 mm 和 750 mm 自由落下的两种速度,也可采用从 1 250 mm 处落下的高度。每次冲击应满足 4.1 规定的自由落体要求的 95%,不能满足此要求的任何冲击都应予以废弃。

7.3 静应力

对于每一次冲击速度,在供需双方同意的前提下应选择 5 个不同的静应力,这样,就会产生某个静应力大约给出了冲击时的最小峰值减速度,而其余 4 个静应力则在这个值上下,相当于约增加 10% 或 20% 的峰值减速度。

对于特殊材料,所选择的静应力可以减少到 2 个,相当于 +10% 的值。如果前面的试验已经表明,此次减少的对比试验,已测出缓冲性能有明显变化,则供需双方应同意上述试验。

8 结果表示

8.1 永久变形

试片受到冲击以后的永久变形 δ 用 % 表示,按式(2)计算:

$$\delta = \left(\frac{L_0 - L_v}{L_0} \right) \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

L_0 ——试片的原始厚度,单位为毫米(mm);

L_v ——试片受冲击后的厚度,单位为毫米(mm)。

8.2 峰值减速度

峰值减速度修正值 a_c ,用标准自由落体加速度单位表示,按式(3)计算:

$$a_c = \frac{L_0}{L_s} \times \left(\frac{v_n}{v_a} \right) a_m \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

L_0 ——试片的原始厚度,单位为毫米(mm);

L_s ——试片的标准基准厚度(50mm),单位为毫米(mm);

v_n ——标准速度,单位为米每秒(m/s);

v_a ——实际速度,单位为米每秒(m/s);

a_m ——峰值减速度,用标准自由落体加速度为单位。

9 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) GB/T 18943—2008;
- b) 材料说明;
- c) 试验与原材料的方向性;
- d) 试验条件,且对所使用的落锤试验仪有一个简要的说明;
- e) 所使用的静应力、试片厚度和相应的修正减速度;
- f) 冲击后的永久变形;
- g) 试片是否重叠;
- h) 下落数及下落高度。

附录 A

(资料性附录)

使用动态缓冲性能获得设计数据

对于怎样使用本标准规定的试验方法,本附录提供了指导。

A.1 数据的表示

用此试验方法为设计获得的数据可用以下方式表示:

A.1.1 减速静应力曲线图:本图为峰值减速度 a (m/s^2) 与静应力 σ_{ST} (kPa) 的曲线图:

——连续落在给定厚度试片(符合 A.2.1 规定)上的落点数(符合 7.1 或 A.2.5)与冲击速度或相等落高(符合 7.2 或 A.2.2)的曲线图。

——不同厚度试片(符合 A.2.1)与冲击速度或相等落高(符合 7.2 或 A.2.2)的曲线图。

——给定厚度试片(符合 A.2.1)与选定的一组冲击速度或相等落高(符合 7.2 或 A.2.2)的曲线图。

A.1.2 缓冲曲线图:该曲线图与减速-静应力图相同(见 A.1.1),而且表示出了所测量的每一组的最大位移 ΔL_{max} (mm) 与静应力 σ_{ST} 的函数关系,图 A.1 为其缓冲曲线示意图。

A.1.3 动态压缩曲线图:动态应力 σ_{DYN} (kPa) 是试片的相对压缩率 $\Delta L_{max}/\Delta L_0$ 的函数。该曲线表明了试片的原始厚度 L_0 (mm) 与所选择的冲击速度或相等落高的关系图。

A.2 获得设计数据的试验要求

A.2.1 试片尺寸的重要性

已知试片的尺寸(和形状)会影响到峰值减速度值,特别是部分开孔海绵或全开孔海绵的试片。校正步骤不适应于厚度超出标准公差范围的样品。

该方法选用试片尺寸的差别变化可降低到允许的范围。

设计时,如有可能,则所选择的厚度应能代表其成品。另外,假若在其他情形下要获得特殊多孔材料更详细的设计数据,除了或代替规定厚度 $50\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 之外,应选择下列一种或多种厚度:10 mm、25 mm、50 mm、75 mm、100 mm 和 125 mm 的试片。

注:自由缓冲的动态减振性能与受约束减振的动态缓冲性能不可比较。在包装应用中,其性能可能会受到缓冲凹陷、缓冲面和容器壁摩擦及容器外壳变形的影响。

A.2.2 冲击速度或相等落高

该试验方法规定选择的二个速度应能够覆盖从低初始应变速率下海绵材料的性能差别。

对于设计数据,视最终应用条件而不同。其他速度或相等落高也是必要的。对于本方法所述的两种范围以外的速度来说,同一试验机性能应是相同的。

A.2.3 静应力 σ_{ST}

设计静应力的范围一般在 $0.5\text{ kPa} \sim 15\text{ kPa}$ 之间。这一范围代表了缓冲材料的绝大多数海绵材料。建议在此范围内至少有 6 个静应力。

A.2.4 位移测量

对于符合 A.1.2 和 A.1.3 的设计数据的表示,要求有记录由于时间因素而发生的落锤位移或落锤减速度装置。

A.2.5 落下次数

对于多数实际使用,第一次和第三次落下的性能适合于绝大多数应用。但在进行重复传送的分配

系统中,需要对5次冲击的峰值减速度变化应给予充足的保护。因此,建议对第一次和第五次落下性能进行测量和报告,或根据 A. 1. 1 在减速度静应力曲线图中说明第一次落下性能和相继四次落下性能的平均数的详细数据。

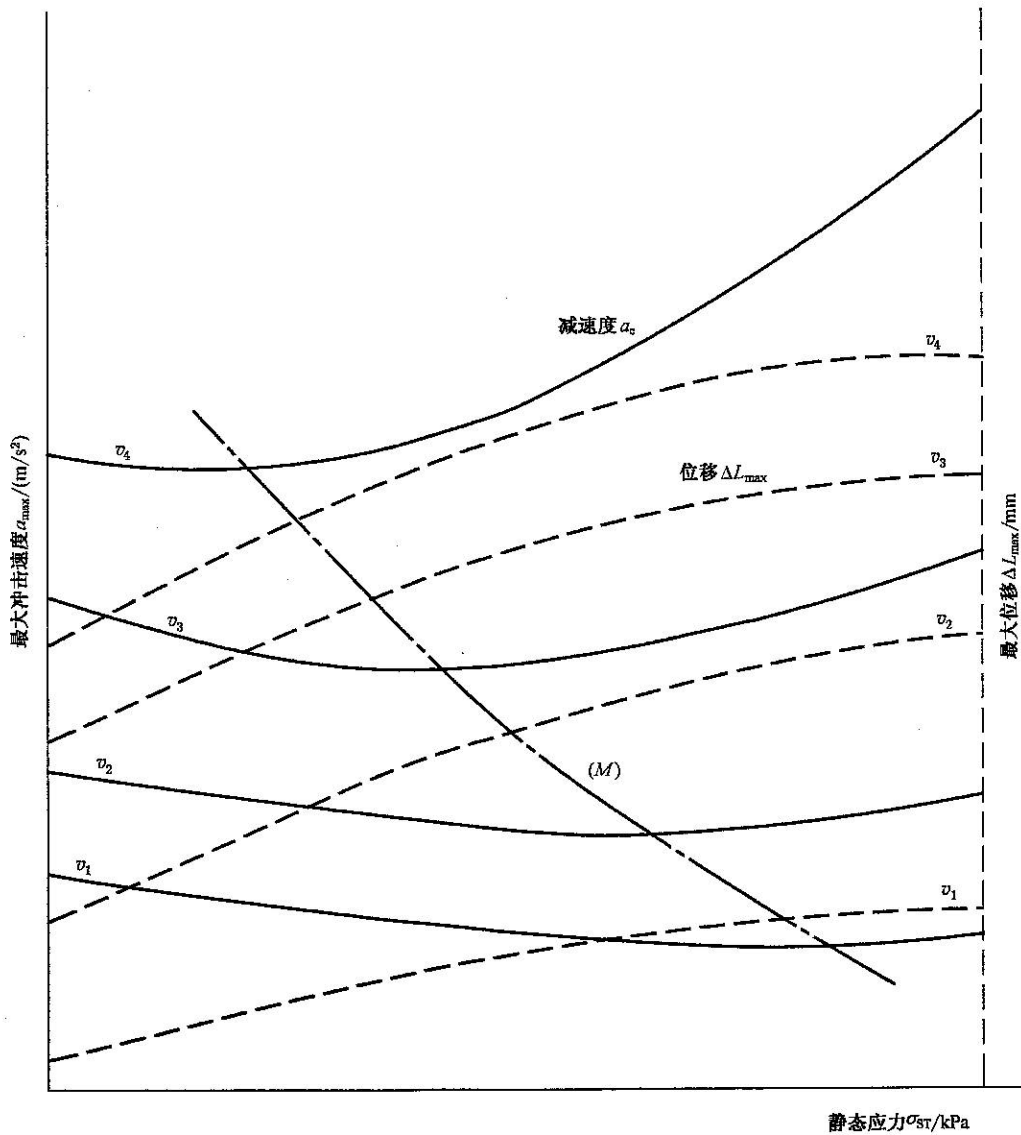
A. 2. 6 温度

设计时,温度有时可能超出 $-40^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 的范围,这时应从 ISO 3205《试验温度的选择》规定中选择合适的温度,与试片接触的试验仪的部件应在该温度范围不受损伤。

A. 2. 7 湿度

对于热带条件下的特殊泡沫材料的性能数据或在这些条件下暴露的成品,建议试验温度为 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $90\% \pm 5\%$ 。

注:在某些情况下,有必要严格试验条件以确保试片湿度的均匀分布。



注: v_1 、 v_2 、 v_3 和 v_4 是选定的冲击速度。曲线(M)是冲击速度 a_{max} 最小变化值与静应力 σ_{ST} 的曲线函数。

图 A. 1 缓冲示意图