

中华人民共和国国家标准

硫化橡胶或热塑性橡胶 压缩应力应变性能的测定

GB/T 7757—93

代替 GB 7757—87

Rubber, vulcanized or thermoplastic—
Determination of compression stress-strain properties

本标准等效采用国际标准 ISO 7743—1989《硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定方法。

本标准规定了两种方法：

- a. 施加压缩力的金属板经润滑剂润滑；
- b. 施加压缩力的金属板与试样粘接在一起。

两种方法所得结果不一定相同。对于 a 法，若能使其达到充分润滑，则试验结果仅与橡胶的模量有关，而与试样的形状无关。然而，有效的润滑往往很难达到。对于同样试样，由于其润滑状态不同，将影响试验结果。对于 b 法，试验结果与橡胶的模量及试样的形状有关。试样形状对试验结果的影响较大。

本标准适用于永久变形较小的硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定。

附录 A 给出了非标准试样试验结果的外推法。

2 引用标准

- GB 2941 橡胶试样环境调节和试验的标准温度、湿度及时间
GB 5723 硫化橡胶或热塑性橡胶试验用试样和制品尺寸的测定
GB 9865 硫化橡胶样品和试样的制备
GB 9868 橡胶获得高于或低于常温试验温度通则
HG 2369 橡胶塑料拉力试验机技术条件

3 术语及定义

压缩应力：使试样在施加力向上产生形变时，施加的应力，以垂直于施加力方向横截面的初始面积去除施加力来表示。

压缩应变：在压缩力的作用下，试样在受力方向产生的尺寸变化与该方向原始尺寸之比。通常用百分率表示。

压缩模量：压缩应力与压缩应变之比值。

4 试验装置和材料

4.1 平面金属板

该板应具有均匀的厚度和足够的刚度。对于 a 法，其横向尺寸比试样的直径应至少大 20 mm。同时，板的表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.4 \mu\text{m}$ 。对于 b 法，其横向尺寸应不小于试样的直径。

国家技术监督局 1993-12-30 批准

1994-10-01 实施

为了使平面金属板与试样之间有效地粘接,板的表面可做适当处理。

4.2 模具或裁刀

制备试样的模具或裁刀应符合 GB 9865 的有关要求。

4.3 厚度计

厚度计应符合 GB 5723 的有关规定。

4.4 试验机

本试验最好在带有 X-Y 记录仪的非惯性试验机上进行。试验机的测量精度应能达到 HG 2369 规定的 B 级要求。试验机夹具应有调平的结构,以使压缩板在试验时保持平行。压缩板应至少与平面金属板的大小相同,并能在 10 mm/min 的速度下操作。

注:对于润滑试样的试验,在橡胶变形时,应采取适当的保护措施,使其免受破坏或损伤。

4.5 润滑剂

对于 a 法,润滑剂应对试验中的橡胶无显著影响。在多数情况下,可选具有 $0.01 \text{ m}^2/\text{s}$ 运动粘度的硅酮或氟硅酮流体为润滑剂。

5 试样

5.1 a 法和 b 法所用标准试样相同。该试样是一个直径为 $29.0 \pm 0.5 \text{ mm}$,高度为 $12.5 \pm 0.5 \text{ mm}$ 的圆柱体。

5.2 试样表面应平整、光滑,且上下表面平行。

5.3 试样可以由裁切或模具硫化方式获得。裁切试样的制备应按 GB 9865 的有关规定进行。

5.4 对于 b 法,可使用合适的模具和粘合体系,将试样直接硫化在金属板上。也可以使用合适的非溶剂型粘合体系将试样粘接在金属板上。

6 试验与硫化的时间间隔

除另有规定外,对于所有试验,试验与硫化之间的时间间隔应符合 GB 2941 的要求。

7 环境调节

7.1 应尽可能使样品及试样在硫化后到试验这段时间内免受光和热。

7.2 对于裁切试样,样品经过一定必要准备后,应使其在裁切成试样前,于标准温度下至少调节 3 h。

7.3 若试样需要打磨,则打磨与试验间的时间间隔不应超过 72 h。

7.4 模制试样应在标准温度下至少调节 3 h 方可进行测量与试验。

7.5 对于非标准温度下进行的试验,试验前应参照 GB 9868,将试样在试验温度下调节足够长的时间直到试样达到试验温度为止。

8 试验温度

试验温度的选定及允许偏差应符合 GB 2941 的规定¹⁾。

9 试验步骤

9.1 试样尺寸的测量

试样尺寸的测量应按照 GB 5723 的规定进行。对于经硫化而粘接的试样,可先测量粘接组合件的厚度,而后减去金属板厚度,从而得出橡胶的厚度。

采用说明:

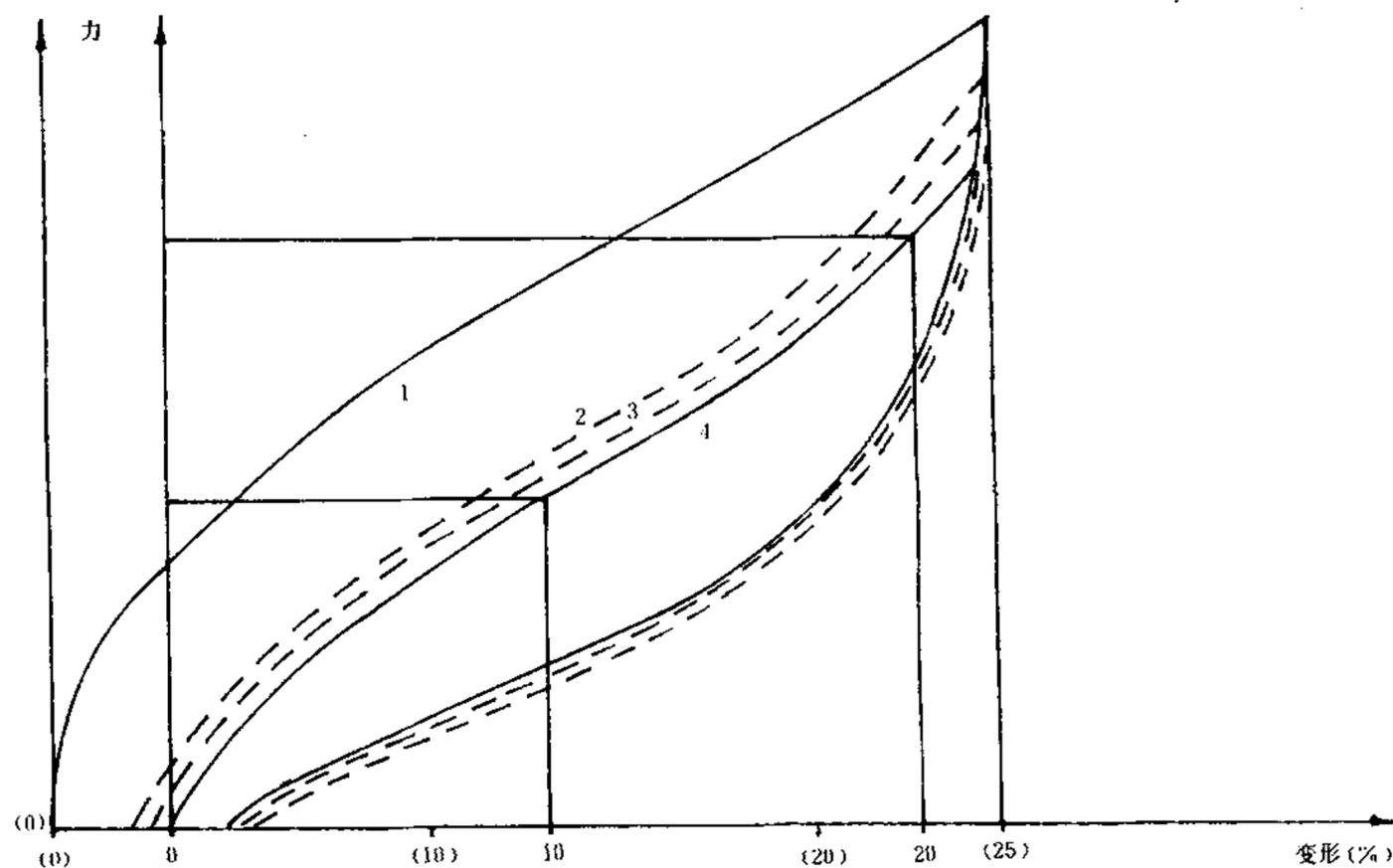
1) ISO 7743 规定的选择温度及其允许偏差与本标准有所不同。

9.2 应力应变性能的测定

将组合件(经润滑或粘接处理)放入试验机压缩板中心,以 10 mm/min 速度压缩试样,直至应变达到 25% 为止。

再以相同速度放松试样。如此反复地、连续地压缩和放松试样,共重复四次(其中,前三次可视为预试验,第四次为正式试验)。

试验结束时,记录仪可绘出四条连续地曲线(见下图)。



力-变形曲线图

10 试样数量与结果表示

10.1 每次试验试样数量应不少于三个。

10.2 试验结果可从记录的力-变形曲线图中获得。应变从最后一个压缩周期曲线与应变(变形)轴的交点开始计算。

10.3 根据最后一个周期时压缩部分所测定的力-变形值来确定其压缩应力-应变性能。

10.4 试验结果应报告所有试样压缩应变在 10% 和 20% 时的中位数与单值。

10.5 压缩模量由下式给出:

$$E_c = \frac{F}{A\epsilon}$$

式中: E_c —— 压缩模量, MPa;

F —— 压缩力, N;

A —— 试样初始横截面积, mm^2 ;

ϵ —— 压缩应变。

11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

a. 样品名称或代号;

- b. 试验依据的标准名称或编号；
- c. 使用的方法(a 法或 b 法)；
- d. 试样数量；
- e. 试样的尺寸(非标准试样)；
- f. 试样制备方法；
- g. 润滑剂或粘合剂类型；
- h. 试验温度；
- i. 10%和 20%应变下压缩模量中位数和单值；
- j. 试验日期；
- k. 试验者；
- l. 其他必要的说明。

附录 A
非标准试样试验结果的外推法
(参考件)

形状因子及压缩表面的润滑程度对橡胶压缩应力-应变性能的影响是非常复杂的,通常,试验结果应看作是在特定形状试样和试验所用特定条件下获得的。

尽管如此,本附录对于将不同试样或从试样外推到产品所得到的试验结果进行尝试性比较并指出粘接试样与润滑试样的不同特点。须强调,本标准给出的关系只是一种近似的关系。

本附录采用下列符号:

- E_0 —— 杨氏模量;
- E_c —— 压缩模量;
- ϵ —— 压缩应变;
- G —— 剪切模量;
- K —— 体积弹性模量;
- S —— 形状因子;
- λ —— 压缩比($\lambda = 1 - \epsilon$);
- σ —— 平均压缩应力;
- K' —— 与硬度有关的因子;
- d —— 圆盘直径;
- h —— 圆盘高度。

橡胶具有非常高的体积弹性模量,就绝大多数用途来说,可视为不可压缩的。因此有:

$$E_0 = 3G$$

在润滑条件下(方法 a),假定完全润滑,则压缩均匀。应力应变关系可用高斯理论进行预测:

$$\begin{aligned} \sigma &= G(\lambda^{-2} - \lambda) \\ &= \frac{E_0(\lambda^{-2} - \lambda)}{3} \dots\dots\dots(A1) \end{aligned}$$

对于不大于 5% 的小应变变量, ϵ 的二次幂和高次幂可以省略得到下列近似式:

$$\sigma = E_0 \epsilon \dots\dots\dots(A2)$$

对于不大于 30% 的较高应变变量, ϵ 的三次幂和高次幂可省略,而得下列近似式:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{E_0 \epsilon}{1 - \epsilon} \\ &= 3G(\lambda^{-1} - 1) \dots\dots\dots(A3) \end{aligned}$$

在粘接状态下(方法 b),剪切应变的非一致性分布是因粘接表面固定所致,而且压缩应变与试样形状和材料的硬度有关。

$$E_c = E_0(A + BS^n) \dots\dots\dots(A4)$$

对于天然橡胶, $n = 2$ 。 S 是施加力的面积与自由面积之比。

以一圆盘为例: $S = \frac{d}{4h}$

对于圆盘试样: $A = 1, B = 2K'$

对于矩形试样: $1.0 \leq A \leq 1.3, 1.3 \leq B \leq 2.2$

其值与硬度的大小有关。

式(A4)中得到的 E_c 值可近似地由式(A1)、(A2)或(A3)的 E_0 代替,它取决于应变程度。

对于很高的应变或 S 很大时,计算时需引用体积弹性模量。其近似式为:

$$\frac{1}{E_c} = \frac{1}{E_0(A + BS^n)} + \frac{1}{K} \quad \dots\dots\dots(A5)$$

含有填料的橡胶其剪切力是非线性的。因而,可能对 E_c 中形状因子一项有显著影响;对于均匀压缩也同样适用。当试样既不经润滑也不进行粘接时,通常摩擦不能完全阻止滑动。产生的滑动程度将是变化性的,与表面状态、应变的大小等有关。在有震动条件下,滑动程度也可能增大。

在设计方面,杨氏模量要比压缩模量更有价值。为了在 10% 和 20% 的应变时通过实验测定杨氏模量,应采用式(A3)。必要时,(A3)可按(A4)进行修改。

压缩模量由式(A6)给出:

$$E_c = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \dots\dots\dots(A6)$$

对于润滑试样:

$$E_c = \frac{E_0}{1 - \epsilon} \quad \dots\dots\dots(A7)$$

对于粘接试样:

$$E_c = \frac{E_0(A + BS^n)}{1 - \epsilon} \quad \dots\dots\dots(A8)$$

从上述这些式子中,得出润滑试样杨氏模量的计算公式为:

$$E_0 = E_c(1 - \epsilon) \quad \dots\dots\dots(A9)$$

对于粘接试样:

$$E_0 = \frac{E_c(1 - \epsilon)}{A + BS^n} \quad \dots\dots\dots(A10)$$

所报告的值将是根据 10% 和 20% 应变的压缩模量测定的 E_0 的中位数。

附加说明:

本标准由中华人民共和国化学工业部提出。

本标准由化学工业部北京橡胶工业研究设计院归口。

本标准由化学工业部沈阳橡胶工业制品研究所负责起草。

本标准主要起草人刘鹏起。

本标准委托北京橡胶工业研究设计院负责解释。