

GB/T 528-1998《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》简介

刘鹏起

沈阳橡胶工业制品研究所 (沈阳 110021)

在橡胶工业的生产和科学研究中,绝大多数橡胶制品都将硫化橡胶或热塑性橡胶的拉伸应力应变性能列为检验和控制产品质量优劣的主要性能指标。橡胶原材料和各种配合剂的鉴定、工艺条件的控制,以及大量的科学研究试验,一般都少不了进行拉伸应力应变性能的测定。因此,硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定是应用广泛且最基本的橡胶物理性能试验之一。

国家标准 GB/T 528-1998《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》,包括八个试验项目:拉伸强度;断裂拉伸强度;扯断伸长率;定伸应力;定应力伸长率;屈服点拉伸应力;屈服点伸长率;拉伸永久变形。

下面就本标准的几个问题,做如下介绍:

1 试验仪器及工作原理

拉伸应力应变性能的测定是在拉力试验机上进行的。拉力试验机一般分为惯性拉力试验机和非惯性拉力试验机两种。惯性拉力试验机(摆锤式拉力试验机)通常是由加荷机构、测力机构、测伸装置、记录装置、缓冲装置和力传动机构等构成。非惯性试验机(电子拉力试验机)主要由机架、测力系统、测伸装置、记录装置、打印装置、操作控制台和计算机等部分组成。

摆锤式拉力试验机测伸长多采用手动的方法,从读数尺上直接读出伸长率,或者读取伸长值后再进行计算。

电子拉力试验机的测力系统采用无惰性的负荷传感器。它是由低变形的应变片组成的测量桥路,由内部振荡器产生一个频率信号,用以激励测力头并为输出放大级提供一个解调信号。

负荷大小的变化经由应变片组成的测量桥路、变成适合于放大的信号而被馈送到测力头放大器上,经过平衡、校准和在负荷范围选择器上进行放大后加到输出放大级,再经解调得到一个直流信号,可直接送到记录器上,即可得到所需要的测量数据。

电子拉力试验机测伸长的方法通常采用普通光源无接触式光源测伸计、红外线非接触式测伸计和接触式测伸计三种。

对于某些低伸长率的材料,如塑料等,可采用高精度的线性电压位移传感器进行测量。

2 试样选取的原则

GB/T 528-1998 规定了六种试样,即哑铃状试样 1 型、2 型、3 型和 4 型,还有环状试样 A 型(标准型)和 B 型(小型)。

哑铃状试样和环状试样对其各自的拉伸应力应变性能未必能给出相同的结果。这主要是因为,在拉伸环状试样时,应力在其截面上的分布是不均匀的。第二个原因是存在“压延”效应。它可使哑铃状试样因长度方向与压延方向平行或垂直而得出不同的结果,有时差异比较显著。

这里,对试样的选取提供下列参照原则:

2.1 拉伸强度

测定拉伸强度最好选用哑铃状试样。环状试样的试验结果往往比哑铃状试样低,有时低很多,见表 1。

表 1 哑铃状试样与环状试样拉伸强度的比较

胶 料	哑铃状试样(1 型)	环状试样(A 型)
	/MPa	/MPa
1142	23.9	17.5

胶 料	哑铃状试样(1型) /MPa	环状试样(A型) /MPa
1-31	22.3	18.2
5171	12.9	10.8
6144	4.0	2.9
10-6A	10.3	8.5

2.2 扯断伸长率

若考虑材料的压延效应,则应选用哑铃状试样。环状试样的伸长率一般比哑铃状试样小,但环状试样的伸长率若用初始内圆周长的百分比计算,并且哑铃状试样按长度方向垂直于压延方向裁切(若压延效应显著的话),则两种试样的试验结果将非常接近,见表2。

表2 哑铃状试样与环状试样扯断伸长率(%)的比较

胶 料	哑铃状试样(1型)	环状试样(A型)
1142	619	604
1-31	669	642
5171	207	203
6144	127	105

2.3 定应力伸长率和定伸应力

一般情况下,都应选用1型和2型哑铃状试样。制定规范时,只要有可能亦应选用。

环状试样的伸长率若用初始平均周长的百分比计算,并且在压延效应显著时,取平行于压延方向和垂直于压延方向裁切的哑铃状试样的平均值时,两种试样的试验结果将非常接近。

对于自动控制试验,最好选用环状试样,因为环状试样便于操作。对于定伸应力的测定,亦是如此。

2.4 测定拉伸强度和扯断伸长率时,用小试样的试验结果通常比大试样稍高些

通常在制备大试样材料不够时,才使用3型和4型哑铃状试样或B型环状试样。这些试样特别适用于产品试验以及用于某些产品标准的试验。例如,3型哑铃状试样已被用于管道密封圈和电缆的试验。

对于不同的材料,除非所用的试样类型相

同,否则得出的试验结果无可比性。

3 试验步骤

3.1 哑铃状试样

试验时,先将试样匀称地置于上、下夹持器上,以使拉力均匀分布至横截面上。开动试验机,在整个拉伸过程中,连续监测试验长度和力的变化。按试验项目的要求,进行记录和计算。

对于1型和2型试样,夹持器移动速度应为 (500 ± 50) mm/min;对于3型和4型试样,应为 (200 ± 20) mm/min。

如果试样在狭小平行部分之外发生断裂,则该试验结果应予以舍弃并应另取一试样重复试验。

测扯断永久变形时,应将断裂后的试样放置3 min,再把断裂的两部分吻合在一起,用精度为0.05 mm的量具测量吻合后的两条平行标线间的距离并进行计算。

3.2 环状试样

将环状试样以最小的张力置于两个滑轮上。开动试验机,在整个试验过程中,连续测两滑轮之间距离和力值的变化。按试验项目的要求进行记录和计算。

对A型试样,可动滑轮的移动速度应为 (500 ± 50) mm/min;对于B型试样,该速度应为 (100 ± 10) mm/min。

4 试验的影响因素

4.1 试样形状的影响

拉伸应力应变性能所用试样的形状一般有哑铃状、环状和条状三种。不同形状试样的试验结果,往往不尽相同。如前所述,哑铃状试样由于存在“压延”效应,致使哑铃状试样因其长度方向与压延方向平行或垂直而得出不同的试验结果。

通常,长度方向与压延方向平行的试验结果较大。对于某些材料,这种差别是显著的。

环状试样在拉伸时,其应力在截面上分布的不均及不同的计算方法,比如环状试样的伸长率的计算,取初始内圆周长或取初始平均圆周长,将导致环状试样试验结果的差异。

另一方面,由于试样的不同,在试样被拉伸时,其应力分布及应力集中的位置是不一样的。这将直接影响试验结果。

4.2 不同试样型号的影响

GB/T 528-1998 规定了四种规格的哑铃状试样,不同型号的哑铃状试样,其宽度是不同的。

从理论上讲,试样狭小平行部分的宽度越大,其拉伸强度和扯断伸长率将变小,其原因是,试样的断裂主要是由于试样内部存在所谓的“薄弱环”。这种“薄弱环”包括胶料在加工和硫化工艺过程中产生的气泡、杂质、空穴、裂缝等微观缺陷。当试样受拉伸作用时,这些微观缺陷往往成为应力集中点,从而导致试样的破坏。胶料经过混炼以后,这些微观缺陷的分布趋于均匀,然而并不会消失。因此,试样狭小平行部分的宽度越大,其工作部分的体积也就越大,缺陷出现的概率亦越大。

此外,哑铃状试样在拉伸过程中,其工作部分的边缘应力要大于中间的应力。试样越宽,该应力也越大,试样就越容易断裂。

4.3 试样厚度的影响

GB/T 528-1998 中规定哑铃状试样狭小平行部分的标准厚度是:1型、2型、3型试样为 $2.0\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$,4型试样为 $1.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。非标准试样狭小平行部分的最大厚度1型试样为 3.0 mm ,2型和3型为 2.5 mm ,4型为 2.0 mm 。

GB/T 528-1998 还规定,A型标准环状试样的轴向厚度为 $4.0\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$,B型标准环状试样的轴向厚度为 $1.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。

表3给出了不同厚度的哑铃状试样试验结果。

表3 不同厚度的试样试验结果的比较

试样厚度/mm	拉伸强度/MPa	扯断伸长率/%
1	24.8	685
2	23.5	670
4	19.2	615

表3中的数据是采用同一种天然胶配方,硫

化出三种不同厚度的试片,裁出哑铃状试样得出的。从表3中可看出,随着哑铃状试样厚度的增大,拉伸强度和扯断伸长率试验结果均降低。其原因是:一方面,在拉伸过程中试样会出现缩颈现象。试样越厚,缩颈越明显,边缘应力越集中,从而导致试样出现早期损坏。另一方面,试样越厚,试样经裁切后其工作部分的横截面积,比起理论上的矩形面积,相对地变小。这也导致试验结果变低。此外,试样越厚,其内部存在微观缺陷的概率增大,同样致使拉伸应力应变性能的试验结果降低。

4.4 试验温度、湿度的影响

诸多资料和试验都表明,温度对试验结果的影响是显著的。

图1显示了两种天然胶B-1和B-2拉伸强度随试验温度的变化情况。图2显示了B-1和B-3两种胶料扯断伸长率随试验温度的变化情况。

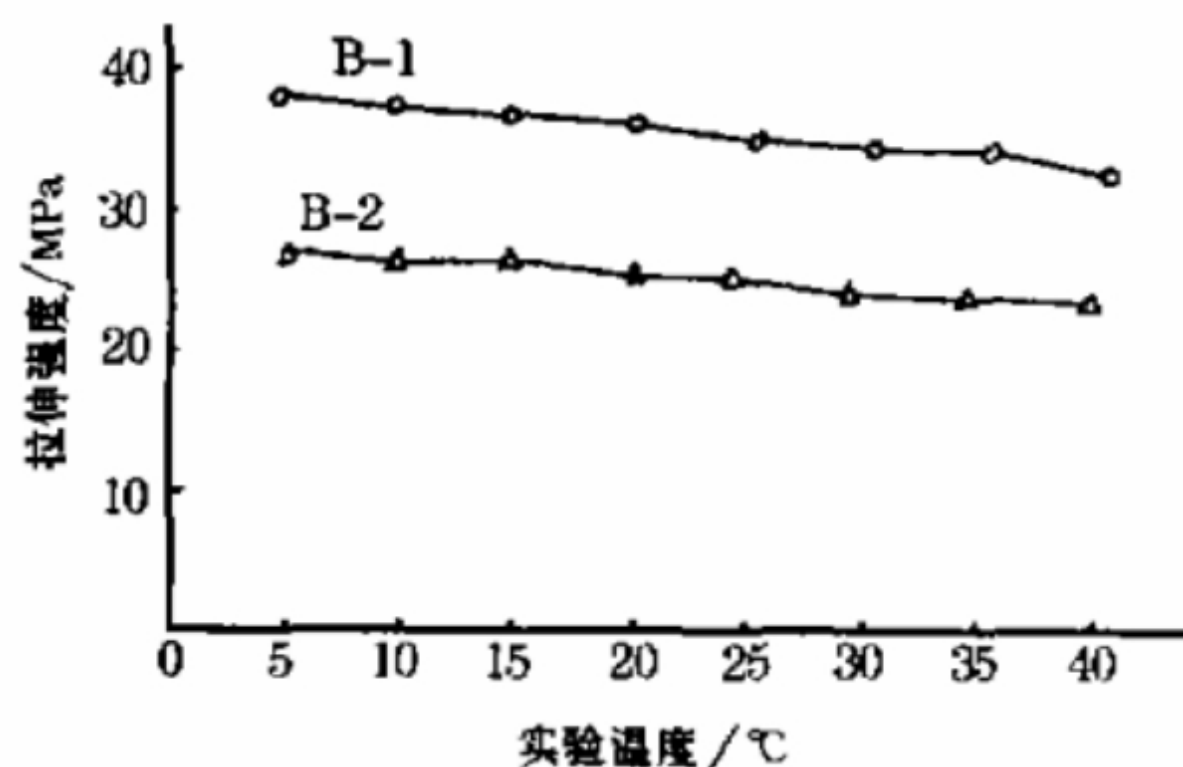


图1 拉伸强度随温度的变化

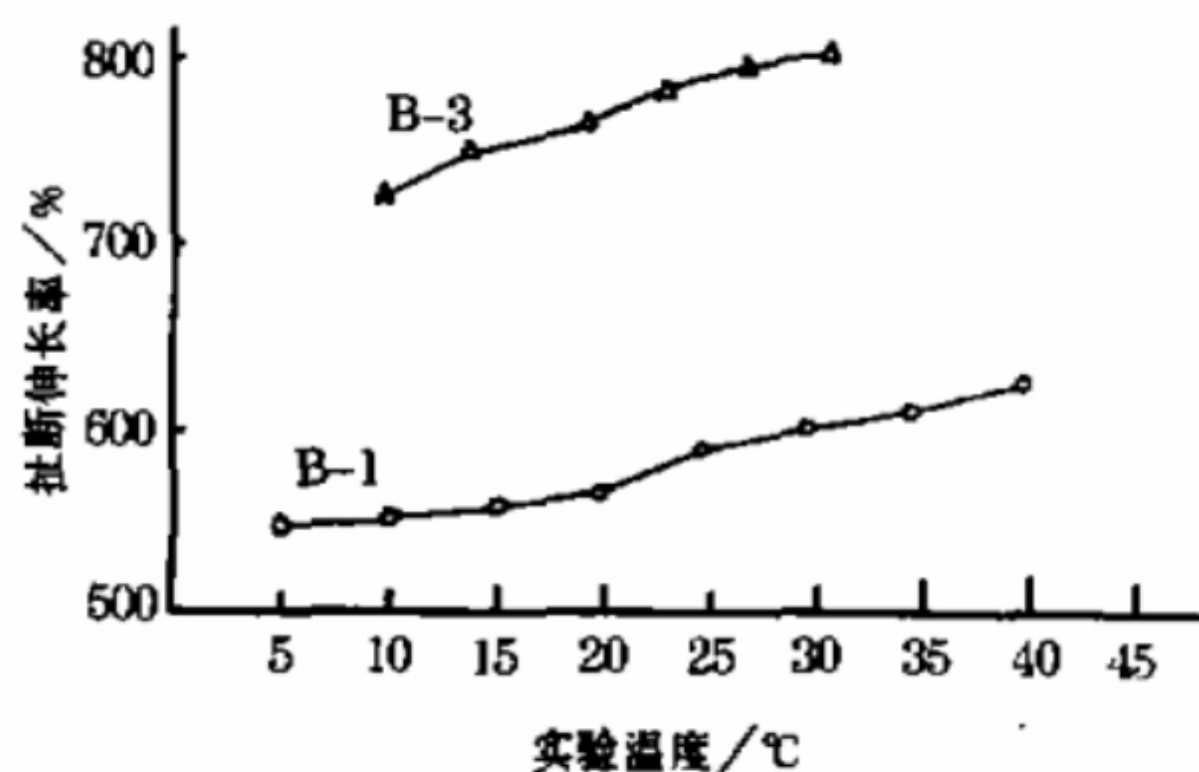


图2 伸长率随温度的变化

从图1和图2可以看出,天然胶的拉伸强度随试验温度的增高而降低,扯断伸长率则随试验温度的增高而变大。资料上也介绍,橡胶的拉伸强度和定伸应力一般都随温度的增高而降低,扯断伸长率则随温度的增高而增大。两者是一致的。

从分子结构分析,试样被拉伸后,外力对橡胶的高分子链做功,分子链取向,构象数减少即大分子排列发生了变化。另一方面,橡胶分子链无时无刻不在进行着热运动。在橡胶高分子链沿应力方向取向时,分子链本身由于这种热运动,就会对大分子的取向产生一种反作用并力图恢复原状。当温度升高时,高分子的热运动加剧,分子链的柔顺性增加,在外力的作用下,分子链的取向变得容易,宏观上就表现为伸长率的增加。这时,分子链就不容易恢复原状,宏观上则表现为拉伸强度和定伸应力降低。

由于温度对橡胶的拉伸应力应变性能有显著的影响,试验方法均须明确规定对试验温度的要求。

对大多数橡胶材料而言,环境湿度对硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的影响,比起温度来,小的多。

4.5 试样调节时间的影响

试样调节的目的是,使每个试样在试验前,其本身的温度与试验的环境温度达到平衡,以保证试样均在同一标准气候状态下进行试验。

试样调节时间的不同,对橡胶材料的拉伸应力应变性能有一定的影响。据资料介绍,试样经过一定时间的调节后,其拉伸强度和定伸应力随试样调节时间的增加而增大,而扯断伸长率则随试样调节时间的增加而变小。在试验室中,实际上这种现象或说这种规律性并不明显。

4.6 试样拉伸速度的影响

试样的拉伸速度,对橡胶材料的拉伸应力应变性能有一定的影响。特别是当拉伸速度在大范围内变化时,对试验结果的影响更显著。

一般说来,拉伸速度越高,拉伸强度就越大。这是因为,橡胶在拉伸过程中,伴随着松弛现象的发生。拉伸速度越快,松弛时间越短,由松弛所引起的应力减小就小,结果表现为拉伸强度增大。反之,拉伸强度变低。

此外,当橡胶试样在高速拉伸时,试样会产

生快速拉断。这时,试样来不及先从缺陷处产生裂口,而是直接发生脆性断裂破坏。同时,试样在高速拉伸下,高分子链运动跟不上外力作用的速度,使橡胶材料表现为玻璃态行为。故此,扯断伸长率变小。

GB/T 528-1998对哑铃状试样的拉伸速度规定为500 mm/min或200 mm/min。对环状试样的拉伸速度规定为500 mm/min或100 mm/min。试验表明,当拉伸速度在此范围内时,橡胶材料的拉伸应力应变性能的试验结果并无显著性变化。

5 与国际标准的比较

GB/T 528-1998等效采用国际标准ISO 37-1994《硫化橡胶或热塑性橡胶——拉伸应力应变性能的测定》。从技术内容看,两个标准基本一致。不同之处有以下几点:

5.1 GB/T 528-1998比ISO 37-1994多一个“扯断永久变形”试验项目。这是考虑到,“扯断永久变形”试验在我国橡胶工业的生产和科研活动中,已应用多年,它是橡胶材料的一项重要而实用的试验项目。

另一方面,“扯断永久变形”与“拉伸强度”、“扯断伸长率”等试验项目一起,于1965年就被制定在拉伸应力应变性能测定的国家标准之中,并一直沿用至今。此项标准多年来已广泛应用于产品指标的检验工作之中。因此,将此试验项目列入GB/T 528-1998标准中,是符合我国国情且又完全必要的。

5.2 对于“哑铃状试样在狭小平行部分之外发生断裂时,试验结果是否有效?”两个标准的规定不同。

GB/T 528-1998规定:“如果试样在狭小平行部分之外发生断裂,则该试验结果应予以舍弃,并应另取一试样重复试验”。

ISO 37-1994规定:“在试验长度之外发生断裂,则该试样作废并另取一试样重复试验”。

从GB/T 528-1998中的表1和表2可看出,1型哑铃状试样狭小平行部分长为33 mm,而试验长度为25 mm。这就是说,试验长度之外仍有8 mm长的部分。对于2型试样,该部分长度是5 mm。3型试样该部分长度是6 mm,4型试样是2 mm。

中化化工标准化研究所化工标准发行中心

为全国各行业提供最新化工国家、行业标准

标准编号及名称	单价	标准编号及名称	单价
HG/T 2226-2000 工业沉淀碳酸钙	52.00	HG 3277-2000 农业用硫酸锌	12.00
HG/T 2959-2000 工业水合碱式碳酸镁		HG/T 3667-2000 硬脂酸锌	8.00
HG/T 2960-2000 工业氯化亚铜		HG/T 3662-2000 水处理剂 2-膦酸基-1,2,4-三羧基丁烷	10.00
HG/T 2965-2000 工业磷酸氢二钠		HG/T 3037-2000 计量分配燃油用橡胶软管及软管组合件	35.00
HG/T 2967-2000 工业无水亚硫酸钠		HG/T 3665-2000 内燃机燃油系统输送含氧燃油用纯胶管及橡胶软管	
HG 3247-2000 工业高氯酸钾		HG/T 3666-2000 内燃机燃油系统输送氧化燃油用纯胶管及橡胶软管	
HG/T 3248-2000 工业硅酸铅		HG/T 3091-2000 橡胶密封件——给、排水管及污水管道用接口密封圈——材料规范	12.00
HG/T 3252-2000 工业氟硅酸钠		HG/T 2017-2000 普通运动鞋	14.00
HG/T 3253-2000 工业次磷酸钠		HG/T 3663-2000 胶鞋抗菌性能的试验方法(琼脂平板法)	
HG/T 3607-2000 工业氢氧化镁		HG/T 3664-2000 胶面胶靴(鞋)耐渗水试验方法	
HG/T 3505-2000 表面活性剂 皂化值的测定	14.00		
HG/T 3509-2000 乳化剂 T-60			
HG/T 3510-2000 乳化剂 T-80			
HG/T 3513-2000 渗透剂 BX			
HG/T 3520-2000 工业循环冷却水磷锌预膜液中钙离子测定方法	12.00		
HG/T 3609-2000 工业循环冷却水水质分析方法规则			
HG/T 3610-2000 工业循环冷却水污垢和腐蚀产物分析方法规则			

曾对 1 型和 2 型试样做过试验长度之内断裂与试验长度之外断裂,即所谓“线内断”与“线外断”试验结果的比较。结果表明,“线外断”与“线内断”的拉伸强度和扯断伸长率均无显著差异。

GB/T 528-1998 规定试样在狭小平行部分之外发生断裂,该试验结果予以舍弃,这与原标准 GB/T 528-92 的规定是一致的。这一规定非但不会影响试验结果的准确性,还可避免不必要的重复试验,提高了工作效率,并具有一定的经济效果。

5.3 GB/T 528-1998 中,对环状试样规定:“B 型标准环状试样的内径应为 $8.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。

轴向厚度中位数和径向宽度中位数均为 $1.0\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ 。环上任何点处的径向宽度与中位数的偏差不应超过 0.1 mm 。环上任何点处轴向厚度与中位数的偏差不得超过 2% ”。(见国家标准 GB/T 528-1998 中 6.2 条),而 ISO 37-1994 中,未对 B 型标准环状试样环上任何点处轴向厚度与中位数的偏差作出规定。考虑到 GB/T 528-1998 和 ISO 37-1994 都已对 A 型标准环状试样轴向厚度与中位数的偏差有所规定。为保持一致性,故对 B 型标准环状试样作此规定。

(收稿日期 2000-07-14)