ASTM D 882-02：测量塑料薄膜和薄片材拉伸性能
测量塑料薄膜和薄片材拉伸性能的标准方法

1. 测试应用范围

1.1 本测试用于测试塑料薄膜和片材（厚度小于 1.0 毫米）的拉伸性能。

注 1——片材厚度小于 0.25 毫米（0.01 英寸）的即被定义为薄膜。

注 2——厚度为 1.0 毫米（0.04 英寸）或者更厚片材的拉伸测试试验要根据 D638 进行。

1.2 本测试应该被用来测试所有在所描述的厚度范围以内以及在要使试验机的负荷量程以内的全部塑料材料。

1.2.1 静态过磅——恒定分离速率的夹具分离测试——在本方法中，夹具以恒定的速度抓住试样的一端将其分离。

1.3 在这些测试方法中，测量试样的伸长可以从夹具分离距离、伸长指示器和标距线的位移得出。

1.4 包括了在一个应变速率时测试拉伸弹性模量的步骤。

注 3：模量的测量一般基于夹具分离的距离作为试样的伸长值。然而，本标准也包括了使用如图 5.2 所述的伸长仪的情况。

1.5 本测试所得的数据适用于工程设计或与其相关。

1.6 SI 制单位即作为标准单位。括号内的数值仅供参考。

1.7 本标准不适用于解决所相关的所有安全问题，仅涉及到它的应用。建立相关的安全健康规则和使用前相关规定是使用者的责任。规定 2 给出了相关的安全参考文献。

注 4——本测试与 ISO527-3 类似，但在技术上二者并不能等同。在 ISO527-3 中允许其他试样类型，特定的测试速度并要求使用伸长计或在试样上作测量标线。

2. 参考文献

2.1 ASTM 标准

D 618 放置测试塑料的实施方法。

D 638 测试塑料的拉伸方法。

D 4000 塑料材料的分类方法。

E 4 试验机的负荷校正方法。

E 691 在实验室间进行测试精密度检测的方法。

2.2 ISO 标准

ISO527-3 确定塑料的拉伸性质—第三部分：塑料薄膜和片材的测试条件。

3. 术语

3.1 定义——与塑料拉伸相关的术语或者符号在 D 638 的附件中。

3.1.1 夹具——所设计的夹具可以将整个夹取应力集中到与拉伸方向垂直的一条线上。此种夹具的设计一般为：一面为平面，另一面则突出为一个半圆。

3.1.2 拉伸失败——此种情况发生在断裂从试样的一个边开始，然后以较低的速率贯穿整个试样，从而得到一条不规则的负荷—形变曲线。

4. 重要性及应用

4.1 本测试的所得到的拉伸性质用于区分和定义材料的规格和使用，具有重要的意义。拉伸性能可能与材料的厚度、材料的准备方法、测试速度、夹具类型以及测量材料伸长的方法。因此当需要精确的相对结果时，一定要小心的控制这些因素。除非某种材料另有某种规定，否则本测试方法都可以用于仲裁。测试很多的材料的某一性能指标时，可能要使用本测试，但是也可参考其指标要求对测试作一些程序上的更改。因此建议使用本测试方法前，先参考材料的性能指标。D4000 中的表 1 列出了当前存在的 ASTM 材料标准。

4.2 拉伸性能的数据可以被用作科研、工程设计以及质量控制和性能规定中。然而，在判断实际使用的材料长时间的受力的情况时，不能只参考本测试的所得数据。

4.3 塑料薄片材的弹性拉伸模量是硬度的指数。如果在整个测试中能够维持测试条件，则试验的可重复性很好。当比较不同材料的硬度时，必须使用尺寸完全一样的试样。

4.4 拉伸断裂能（TEB）是试样断裂时单位体积的材料所吸收的全部能量。在有些文章中，该项性质被称为硬度。它用于估计那些经常的承受较大负荷的材料性能。然而，材料的应变速率、材料的尺寸，特别是疵点会导致测量结果变化较大。在此种情况下，设计最终应用产品时，要小心使用 TEB 测试结果。

4.5 撕裂断裂时得到的那些不规则的数据不能与正常断裂得到的数据相比较。

5. 测试仪器

5.1 试验机——具有稳定的十字架型移动速度，并且要包括以下基本部件：

5.1.1 固定件——固定或者基本不动，持有一个夹具。

5.1.2 可移动件——可移动部件，持有次夹具。

5.1.3 夹具——夹持试样机上的固定件和可移动件间的试样。夹具可以是固定的或者自对齐的。无论何种夹具，都要能最大限度的减小试样的滑动和应力分布不均的情况。

5.1.3.1 固定型夹具是夹具被牢固的固定在测试机的固定件和可移动件上。如果使用该种夹具，必须小心的将试样夹在夹具中，从而使试样的中心线和夹具组合件的拉伸方向重合。

5.1.3.2 自对齐型夹具是夹具固定在测试机的固定件和可移动件上，当施加负荷时，夹具可以自动的调整，从而使试样的主轴与夹具组合件的中心线自动对齐。应该防止试样在夹具上发生转动。自对齐型夹的调整能力具有一定的限度。

5.1.3.3 应该尽量防止试样发生滑动。夹具内衬薄橡胶片、细纱布或者对压力敏感的胶带、粗糙的夹具内表面，这些都被成功的使用过。夹具内表面的选择取决于测试的材料，如厚度等。推荐圆形夹具内衬 1.0 毫米的吸墨纸或者滤纸。气动夹具对于那些容易在边缘开口的材料具有优势，因为气动夹具可以保持恒定的加力。对于那些试样经常容易在夹具边缘断裂的情况，应该稍稍的增加夹具与试样接触点处的曲率半径。

5.1.4 驱动装置——可以施加给可移动件一个相对稳定、可控制的速度。该速度设定参考第 9 部分。

5.1.5 负荷指示表——可以指示测试机对夹具上的测试样品施加的全部拉伸负荷。本装置在特定的测试速度时（参见表 5）时，应该基本上没有滞后现象。使用合适的伸长计，称重系统的移动在其测量范围内不应该超过试样伸长的 2 %。该负荷指示表的精确度对所指示的拉伸负荷值能够精确到 $\pm 1\%$ 或者更好。测试机的精确度校正根据 E4。

5.1.6 夹具上下移动距离指示器——该装置能够显示出 2 个夹具分离的距离。本装置在特定的测试速度时（参见表 5）时，应该基本上没有滞后现象。使用合适的伸长计，夹具上下移动距离的精确度应该能够精确到实际值 $\pm 1\%$ 或者更好。

5.2 伸长计（选项）——能够测量试样被拉伸后，试样上两个确定点间的距离。使用该仪器时，应该尽量的减小它对样品的接触点造成的应力（参考 8.3）。建议该设备设计成能够自动的纪录伸长值，或者其改变值，即作为应用负荷或者所用时间的函数或者二者的函数。如果是后者，则必须纪录负荷—时间值。该仪器必须在特定速度时没有滞后现象（参考注 5）。

5.2.1 测量低拉伸时的弹性模量——伸长计测量试样低拉伸时的弹性模量（小于 20% 时的拉伸）应该精确到 $\pm 1\%$ ，并符合 E83 C 对仪器的要求。

5.2.2 测量高拉伸时的弹性模量——测量高拉伸率（大于 20% 时的拉伸）试样的弹性模量，仪器和相关技术都应该精确到相关值的 $\pm 10\%$ ，或者更好。

注 5——快速的纪录和显示负荷—伸长值是十分重要的。系统需要的反应速度部分的取决于测试的材料（高拉伸还是低拉伸率）和应变速率。

5.3 厚度表——如测试方法 D5947 中的方法 C 所述的千分尺，或者等同的测试仪器，能够精确到 0.0025 毫米（0.0001 英寸），或者更小。

5.4 宽度测量仪器——合适的测试规或者能够精确到 0.25 毫米（0.010 英寸）或者更小的宽度测试仪器。

5.5 试样切刀——参考 D6287，选择合适的切膜技术和仪器。

5.5.1 对于断裂伸长率在 10~20% 以上的材料，经试样证明可以使用刀片。

5.5.2 由于试样切边不好或者不连续性，不推荐使用压力机或者打击模头。

6. 取样

6.1 试样宽度和厚度一致性应该较好，长度要至少比夹具间隔长出 50 毫米（2 英寸）。

6.2 试样的标称宽度应该不小于 5.0 毫米（0.20 英寸）或者大于 25.4 毫米（1 英寸）。

6.3 宽度—厚度比至少为 8。太窄的试样会放大试样边缘的应变情况或缺陷，或者试样边缘的应变情况和缺陷。

6.4 切样时应该尽量减小在试样上造成的缺口和撕裂等会造成试样提前断裂的情况。试样的两个边缘要保持平行，应该在宽度和夹具间试样长度的 5% 以内。

注 6：准备试样时，要使用显微镜检查试样是否有缺陷。

6.5 如果可能，材料的厚度是 0.25 毫米或者更小时，材料的厚度应该均一，在厚度夹具间试样长度的 10% 以内；材料的厚度是 0.25~1.00 毫米之间时，要在 5% 以内。

注 7：如果厚度超出了 6.5 推荐的范围，则所得结果可能不是测试材料的性质。

6.6 如果怀疑是各向异性材料，则要分别准备两组试样，长度方向分别平行于和垂直于试样的各向异性方向。

6.7 测定拉伸弹性模量时，标准标距为 250 毫米。本数值被用来尽可能的减小试样滑动对测定值可能造成的影响。如果该长度不可行，则在不影响测试结果的情况下，测试部分的试样可以为 100 毫米（4 英寸）。然而，在仲裁中仍然使用 250 毫米的测试长度。测试短试样时，必须调节测试速率，使试样的应变速率与标准试样的一样。

注 8：两个 round Robin（试验室间校正试验）测试表明对于厚度小于 0.25 毫米、长度为 100 毫米的试样，在夹具的一面上衬上 1.0 毫米吸墨纸所得到的测试结果与厚度小于 0.25 毫米、长度为 250 毫米的试样使用平滑的夹具所的结果一样。

注 9：对于一些高膜量的材料的厚度大于 0.25 毫米（0.010 英寸），则试样非常的容易在夹具上滑动。

7. 试样放置

7.1 放置——除非合同中有其他规定或者相关的 ASTM 对材料的规定，否则对于那些需要放置的测试，根据 D 618 的操作步骤 A，测试之前要将测试样放置在 $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($73.4 \pm 3.6^{\circ}\text{F}$)、相对湿度为 $50 \pm 5\%$ 的条件下，不少于 40 小时。解决有关争议时参考相关的试样放置条件，允许的温度误差范围为：温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.8^{\circ}\text{F}$)，相对湿度 $\pm 2\%$ 。

7.2 测试条件——除非合同中有其他规定或者相关的 ASTM 对材料的规定，否则对于那些需要放置的测试，标准测试条件为：温度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($73.4 \pm 3.65^{\circ}\text{F}$)；相

对湿度 $50\pm 5\%$ 。解决有关争议时参考相关的试样放置条件，允许的温度误差范围为：温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1.8^{\circ}\text{F}$)，相对湿度 $\pm 2\%$ 。

8. 测试样品的数量

8.1 对于各向同性材料，每个试样至少要准备 5 个样品。

8.2 对于各向异性材料，每个试样至少要准备 10 个样品。5 个长度方向平行于试样的各向异性方向，5 个垂直于试样的各向异性方向。

8.3 试样在一些明显的缺陷地方或者在标线以外的地方断裂，则试验要重做，除非这些缺陷或者测试条件可以组成某个函数的变量，并且可以进行分析。然而，如果在夹具断裂得到的值与正常断裂时的值基本上一致，则可以接受。

注 10：测试前或者测试时，可以使用光学正交偏振仪检查一些可能造成材料提前断裂的缺陷。

9. 测试速度

9.1 试验机的测试速度是机器在空裁时两个夹具的分离速度。这个值与机器在满载时的速度不能相差 5%。

9.1 测试速度应该从表 1 所规定初始应变速度计算。这些测试方法中的夹具分离速度的计算按照下式：

$$A = BC$$

其中：

A, 夹具的分离速度，毫米（英寸）/分钟；

B, 夹具间的初始距离，毫米（或者英寸）；

C, 初始应变速度，毫米/毫米²分钟（或者英寸/英寸²分钟）。

9.3 除非材料指标中另有规定，否则初始应变速率就按表 1 中的规定。

注 11：不同的初始应变速率下得到的值没有可比性；因此不同的拉伸等级下直接比较结果，应该说明在那种初始应变速率下的。对于一些材料，建议在材料的屈服拉伸率的基础上选择应变速率。

9.4 如果与材料的规定相冲突，就像断裂伸长率，则选择低一些的初始应变速率。

9.5 测试模量时，如果应变速率和尺寸与其它拉伸性能测试中的不一致，则使用另外单独的试样。

10. 测试的步骤

10.1 选择一个负荷范围，使试样的断裂发生在 2/3 的时候。需要做几个试验以选择合适的负荷-宽度组合。

10.2 沿着其长度方向，在不同的点测量，其宽度精确到 0.25 毫米（0.010 英寸），或者更好；测量厚度小于 0.25 毫米的薄膜，要精确到 0.0025 毫米（0.

0001 英寸)，或者更好；测量厚度在 0.25~1.00 毫米的薄膜，要精确到 1%或者更好。

10.3 根据表 1 设定初始夹具的宽度。

10.4 根据表 1 和夹具的初始距离，夹具分离的速度设定为要求的应变速度。负荷系统、伸长计和记录系统归零。

注 12：使用伸长计夹住标线来计算拉伸弹性模量，要比使用夹具间的距离来要精确的多。要小心防止伸长计的滑动以及对试样可能造成过大的应力。同样参考 6.7。

表 1：夹具移动速度和初始夹具的间距

断裂伸长率	初始应变速度	初始夹具间距		夹具分离速度	
	毫米/毫米?分钟 (英寸/英寸? 分钟)	毫米	英寸	毫米/分钟	英寸/分钟
		测量弹性模量			
	0.1	250	10	25	1.0
		不仅限于测量弹性模量			
小于 20	0.1	125	5	12.5	0.5
20~100	0.5	100	4	50	2
大于 100	10	50	2	500	20

10.5 如果需要决定测试区的距离，而不是试样的全长，则需要使用彩色的蜡笔或者钢笔在试样上标出标线。不要在测试区内划出标线，因为这些标线可能会促进试样过早断裂。如果有伸长仪，则使用伸长仪，测试区则是伸长仪间与试样接触点间的距离。

注 13：对于一些拉伸率较高的试样，测量其测试区的长度是必要的。随着试样的伸长，伴随着夹具内衬的材料的松弛与面积的减小。当更进一步的拉伸时，松弛的部分移回到夹具内。实际上，这个问题与试样在夹具内的滑动相似，也就是增加了测量的伸长距离。

10.6 将试样放在测试机的夹具内，小心的将试样的主轴线与夹具接触点的中心线对齐，将夹具牢牢地夹紧，尽可能的减小试样滑动的可能性。

10.7 启动机器，记录负荷-伸长值。

10.7.1 当夹具间的试样全长作为测试区时，记录负荷-夹具间距的值。

10.7.2 当试样上的测试面积已被确定时，使用圆规或者其它的仪器做出相关的边缘尺寸线的位移。如果需要负荷-伸长曲线，根据负荷指示器的读数做出负荷-伸长曲线。

10.7.3 当使用伸长仪时，记录伸长仪的伸长值及相应的负荷值。

10.8 如果需要确定模量值，选择一个负荷范围和制图范围，在 X 轴的 30~60° 做出负荷-伸长曲线。为确保精确度，使用在该测试条件下的灵敏度最高的仪表检测负荷。如果负荷-伸长曲线偏离了直线方向，则要停止试验。

10.9 如果估计材料的正割模量，则材料达到规定的伸长率就要停止试验。

10.10 如果确定材料的拉伸断裂能，要准备做应力-应变曲线的积分。这可以是试验时的电子积分，或者试验后求取曲线下的面积。

11. 计算

11.1 除非应力-应变曲线的起始部分不是由于材料松弛的张紧、试样的就位或者其他的因素，否则根据附件 A1 应该做以补偿，但应该是材料真实的反应。

11.2 断裂因数（标称值）的计算应该是最大负荷值除以试样初始的最小宽度。结果表示为单位宽度的力，一般是牛顿/米（磅/英寸）；写报告时精确到 3 位有效数字。薄膜的厚度精确到 0.0025 毫米（0.0001 英寸）。

示例：0.1300 毫米厚的薄膜的断裂因数为 1.75kN/m(10.0 lbf/in.)。

注 14：该法对于极其薄的塑料薄膜（0.13 毫米，即 0.005 英寸）是十分有效的。该种薄膜的断裂负荷可能与截面宽度不成正比，厚度比较难测。并且，由于拉伸效果、表皮效果、结晶不完整等因素的影响，使拉伸强度与截面宽度不成正比。

11.3 拉伸强度（标称值）的计算是最大负荷值除以试样初始最小宽度。结果表示为单位面积的力，一般是兆帕（磅力每平方英寸）。报告时，数值精确到 3 位有效数字。

注 15：当发生断裂时，计算应力应变曲线上表示试样初始断裂时的负荷和拉伸率的值。

11.4 断裂拉伸强度（标称值）的计算与拉伸强度的计算方法一样，只是用裂伸长负荷代替最大拉伸负荷（参考注 15 和注 16）。

注 16：在很多情况下，断裂拉伸强度和拉伸强度是一样的。

11.5 断裂拉伸率的计算是试样断裂时的伸长值除以试样的初始标距，再乘以 100。当使用标距线或者伸长仪时，计算时就使用该数值；否则就使用夹具间距。结果表示百分数，精确到为 2 位有效数字。

11.6 屈服强度的计算是在屈服点时的负荷除以试样的初始截面宽度。结果表示为每单位面积的力，单位是兆帕（磅力每平方英寸）。精确到 3 位有效数字。或者，如果在应力应变曲线的初始段，材料表现出 Hookean 的行为，则得到如测试方法 D638 的附件所述补偿屈服强度。此种情况下，结果要表示为“在百分之几时材料的屈服强度补偿值”。

11.7 屈服拉伸率的计算是在试样屈服点的伸长值除以试样的初始标距，再乘以 100。当使用标距线或者伸长仪时，计算时就使用该数值。计算前，要根据附件 A1 所述对试样的伸长值进行初始补偿。结果表示为百分比，精确到 2 位有效数字。当使用补偿屈服强度时，应该计算在补偿屈服强度时的拉伸率。

11.8 弹性模量的计算是在应力-应变曲线的初始部分划一条切线，在切线上任选一点，然后计算拉伸应力除以相应的应变数值。计算前，根据附件 A1 所述对拉伸值进行初始补偿。为此，拉伸应力应该是负荷值除以试样的初始截面的宽度。结果表示为单位面积的力，单位是兆帕（磅力每平方英寸）。精确到 3 位有效数字。

11.9 正割模量的计算是在一定应变下，标称应力除以该应变。优先选用弹性模

量，如果可能就应该计算弹性模量。然而，如果材料的相关性质不成正比，就要使用正割模量。做出如附件 A1.3 和附件 A1 中的图 A1.2 所示的切线，求出屈服点时的应变，此时的切线要经过零应力点。计算中要使用的应力是在一定的应变下负荷除以负荷-伸长值曲线上的试样初始截面宽度值。

11.10 断裂拉伸能的计算应该是在应力应变曲线下单位体积的能量积分值。或者是计算材料吸收的总能量除以试样标线间的体积。如附件 A2 所述，该计算可以通过电子的积分器直接得到。或者是计算曲线下的面积。结果表示为单位体积的能量，兆焦每平方米（英寸²磅力每平方英寸）。该值精确到 2 位有效数字。

11.11 标准偏差（估计值）计算如下，精确到 2 位有效数字。

$S =$

其中，

s, 标准偏差（估计值）

X, 单个记录值

n, 纪录值的个数

12. 编制试验报告

12.1 报告要包括以下内容：

12.1.1 测试试样的完整信息：类型，来源，生产代号，格式，尺寸，加工历史。

如果是各向异性材料，还要有材料的拉伸方向等。

12.1.2 测试方法。

12.1.3 试样的厚度，宽度和长度。

12.1.4 试样的测试编码。

12.1.5 使用的应变速率。

12.1.6 使用的初始夹具距离。

12.1.7 夹具的分离速度。

12.1.8 标线间的距离（如果不同于初始夹具间的距离）。

12.1.9 使用夹具的类型（包括夹具的内表面类型）

12.1.10 试样放置步骤（测试条件，温度和相对湿度）。

12.1.11 反常的行为，如过早断裂、断裂发生在夹具边缘。

12.1.12 平均的断裂因数和标准偏差。

12.1.13 平均的拉伸强度（标称值）和标准偏差。

12.1.14 平均的断裂拉伸强度（标称值）和标准偏差。

12.1.15 平均的断裂伸长率和标准偏差。

12.1.16 如果需要，还要有平均断裂伸长能和标准偏差。

12.1.17 对于有屈服现象的材料，要有平均屈服拉伸强度和标准偏差；平均屈服拉伸率和标准偏差。

12.1.18 对于没有屈服现象的材料，要有平均百分补偿值的屈服强度和标准偏

差；平均百分拉伸率和标准偏差。

12.1.19 平均弹性模量和标准偏差（如果使用正割模量，要标明计算用的应变值）

12.1.20 如果使用了伸长仪，要说明。

13.精确度和偏差

14.关键词

上海轩轶创析工业设备有限公司

上海轩轶创析工业设备有限公司

上海轩轶创析工业设备有限公司